

**UNIVERSIDAD DE CUENCA**

**FACULTAD DE MEDICINA**

**CURSO DE POSTGRADO DE ANESTESIOLOGÍA**

**MEDICIÓN DE LA PROFUNDIDAD ANESTÉSICA Y MEMORIA**

**DURANTE ANESTESIA GENERAL**

**MEDIANTE EL CEREBRAL STATE MONITOR (CSM X06)**

**REALIZADO POR:**

**DRA. GERMANIA GARATE O.**

**DR. JUAN PABLO    PACHECO B.**

**DIRECTOR:**

**DR. JORGE BARZALLO S.**

**ASESOR:**

**DR. IVÁN ORELLANA C.**

**CUENCA – ECUADOR**

# **CAPITULO I**

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

Actualmente, se está trabajando arduamente para reducir la incidencia de conciencia y memoria durante la anestesia general, en las diferentes intervenciones quirúrgicas.

El poco conocimiento acerca del tema obliga a un análisis más crítico y a la búsqueda constante por parte del anestesiólogo de mecanismos que intenten evaluar el impacto sobre sus pacientes y la detección oportuna del evento, así como la comunicación y el aclaramiento de dudas surgidas en el postoperatorio siempre en el marco de una conducta profesional óptima.

Las tecnologías probadas actualmente, incluyendo el electroencefalograma (EEG) que mide la actividad cerebral, potenciales evocados, índice bispectral (BIS), monitor de estado cerebral (CSM), entre otros se usan para monitorizar al paciente durante la cirugía. Se están estudiando nuevas técnicas que reducen la conciencia.

Sin embargo ninguna de las nuevas tecnologías se han perfeccionado y hay estudios que indican que pueden llegar a dar lecturas falsas que de hecho pueden provocar niveles más altos de conciencia.

Si se cree que se ha tenido estados de conciencia durante la anestesia, o tiene temores al respecto. Puede ser útil que el anestesiólogo explique los eventos que suceden durante la cirugía y a que se puede deber que presente o haya presentado estados de alerta.

Es importante notar que una variedad de agentes anestésicos crean memorias falsas o falta de memoria de aspectos durante o antes de la cirugía.

Estos eventos se presentan en cirugías de alto riesgo, como son la cirugía por trauma o de corazón, en las cuales el cuerpo no toleraría un anestésico profundo.

En estas circunstancias, el anestesiólogo puede decidir que el riesgo del estado de conciencia es aceptable para no poner en riesgo la vida del paciente. Además, mientras la seguridad de la anestesia se ha incrementado dramáticamente en los últimos veinte años, las personas pueden reaccionar de manera diferente al mismo tipo de anestesia. Esta es una de las razones por la que es importante que haya un anestesiólogo presente durante la cirugía.

## **1.2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

El despertar y la recordación de eventos que ocurren bajo los efectos de la anestesia general, hoy en día representa un tema de actualidad, de interés común a los anestesiólogos en virtud del aumento en el número de demandas que se incrementan en forma importante y por otra parte, deja en el paciente consecuencias desagradables de difícil cuantificación en la esfera psíquica.

El rango de conciencia durante anestesia va desde recordación vaga de haber estado completamente despierto, sin dolor, a sensación de dolor intenso e inhabilidad, por parálisis, para comunicarse con alguien. Particularmente hay recordación de conversaciones o aspectos que son de naturaleza negativa para ellos, o de su condición médica.

La proporción de incidencia de memoria durante el procedimiento anestésico es variable, es una condición compleja que asume gran importancia. Aitkenhead y colaboradores reportaron incidencia de 0.2 al 2%, y Ghonheim y colaboradores mencionan una incidencia del 4%.

Las pruebas manifiestan que el porcentaje de conciencia bajo anestesia ha disminuido en los últimos dos decenios al dejar de aplicarse la técnica con óxido nítrico.

Sin embargo, cada vez hay más demandas medico legales por esta situación.

El desafío en la práctica es evaluar al paciente y formular un plan anestésico apropiado individual según el paciente.

## **CAPITULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. CONCIENCIA DURANTE LA ANESTESIA**

Uno de los aspectos fundamentales, en nuestra concepción actual de la anestesiología es el de proporcionar y asegurar la amnesia del paciente para los eventos peri, pero principalmente, transanestésicos; esto no solo por las repercusiones médico - legales para el anesthesiologo , si no por las importantes implicaciones éticas que nos conciernen, ya que se encuentran bien estudiados y comprobados los cambios psicosociales que presentan aquellos pacientes en los que se confirma la memoria y recuerdos de hechos ocurridos durante una cirugía.(1)

#### **2.2. DEFINICIÓN DE ANESTESIA GENERAL**

Es el procedimiento por el cual se administra determinadas drogas que producen en el paciente inconciencia reversible, con capacidad de anular determinados reflejos y manteniendo una autonomía adecuada (2)

#### **2.3. BIOQUÍMICA DE LA SINAPSIS NERVIOSA**

El patrón general de la actividad nerviosa está formado por las conexiones funcionales entre las neuronas: la sinapsis. Los impulsos que viajan a través de las fibras presinápticas invaden las ramas terminales para despolarizar las terminaciones nerviosas, lo que trae como consecuencia un cambio de voltaje en los canales de calcio, con entrada del mismo a la terminal; el subsecuente aumento del calcio intracelular es el detonador para la secreción de sustancias transmisoras desde la terminal nerviosa por exocitosis (1).

El transmisor liberado difunde a través de la hendidura sináptica y se adhiere a sitios receptores específicos en la membrana postsináptica. El resultado de ésta unión es un cambio en la permeabilidad de la membrana a un ion en particular, el cual a su vez provoca un cambio en el potencial de membrana promoviendo excitación o inhibición, dependiendo de la naturaleza de la sinapsis. (3)

#### 2.4. ACCIÓN DE LOS ANESTÉSICOS SOBRE EL SNC.

Dentro de los efectos de los anestésicos y otros fármacos utilizados en anestesia, uno de los que se ha estudiado más profundamente es la transmisión sináptica inhibitoria.

En el sistema nervioso central, los principales transmisores inhibitorios, se piensa que son el ácido gama amino butírico (GABA) y la glicina. De éstos dos GABA es el transmisor inhibitorio predominante en el cerebro y se ha visto que los anestésicos prolongan e intensifican la acción hiperpolarizante del mismo(4)Esta hiperpolarización probablemente se debe a un aumento en la conductancia del cloro, como resultado a su vez del aumento en el tiempo de apertura de los canales, seguido de activación.(5)

En el caso de la anestesia total intravenosa, cuyo principal representante es el propofol, se ha propuesto que éste se une y activa al receptor GABA del complejo cloro - ionofórico, aumentando así la conductancia para el cloro, lo cual a su vez, disminuye la excitabilidad de las neuronas inhibiendo la excitación polisináptica en el sistema nervioso central y, muy probablemente, como consecuencia interfiriendo así con el mecanismo neuronal de formación de memoria; todo esto dosis relacionado en forma similar como sucede en el caso de la anestesia general balanceada.(7)

#### 2.5. FASES DE LA ANESTESIA GENERAL

La anestesia general se caracteriza por la presencia de: (2)

- Hipnosis (el paciente está dormido, inconciente).

- Analgesia (ausencia de dolor por parte del "cuerpo". Es decir el organismo no percibe el estímulo doloroso y por lo tanto no desarrolla una respuesta de estrés frente al estímulo quirúrgico).
- Relajación Muscular

Si bien se pueden lograr estos tres componentes de la anestesia con un solo agente utilizado en cantidades muy altas, esto ocasionaría una gran cantidad de efectos adversos (alteraciones hemodinámicas intensas o despertar extremadamente prolongado).

Es por esto que lo habitual es utilizar pequeñas cantidades de distintas drogas destinadas a lograr cada uno de estos efectos (hipnosis, analgesia y relajación muscular).

Por otro lado, dependiendo del procedimiento quirúrgico que va a realizarse y de la necesidad o no de intubar al paciente, puede que los componentes de analgesia y relajación muscular sean escasamente necesarios. (6)

A su vez, el acto anestésico lo podemos dividir en:

- Inducción anestésica
- Mantención anestésica
- Despertar

Dentro de los efectos de los anestésicos y otros fármacos utilizados en anestesia, uno de los que se ha estudiado más profundamente es la transmisión sináptica inhibitoria. Mediante el uso de estos fármacos se produce una depresión filogenético descendente de estructuras nerviosas como son:(2).

- Corteza Cerebral y niveles psíquicos.
- Ganglios Basales y cerebelo.
- Médula espinal.
- Centros Bulbares.

Los anestésicos generales ofrecen el mayor grado de actividad sobre el sistema nervioso central, cuyos efectos aparecen en forma progresiva, dando lugar a los cuatro periodos de la anestesia general.

- 1) Periodo de inducción. Llamado así porque comprende el comienzo de la aplicación del anestésico; también se denomina de «analgesia», porque durante el mismo aparece ya un fenómeno de inhibición moderada de la sensibilidad. Termina cuando se instaura la pérdida de conciencia.
- 2) Periodo de agitación. El paciente experimenta contracciones y convulsiones, juntamente con delirios. Durante este periodo el paciente sufre un estado de stress con aumento de secreción de adrenalina, lo que determina aparición de hipertensión arterial, taquicardia, dilatación de pupilas (midriasis), etc. En este periodo radica la gravedad de la anestesia, ya que pueden surgir trastornos cardiacos importantes (fibrilación).
- 3) Periodo quirúrgico. Es el utilizado por el cirujano para intervenir. Se divide a su vez en cuatro partes o planos: plano de sueño profundo, empleado en neurocirugía , plano de abolición de la sensibilidad, utilizado en la llamada «cirugía mayor»; plano de caída del tono muscular estriado, para operaciones abdominales y pelvianas; plano de parálisis intercostal, próximo a la actividad tóxica, útil en cirugía torácica, que precisa intubación laríngea previa.
- 4) Periodo bulbar. Es el de la anestesia general. Se caracteriza por la parálisis respiratoria; causa por la que con gran rapidez puede determinarse un fallo circulatorio, central o periférico, y la muerte. (8)

## 2.6. TIPOS INDUCCIÓN ANESTÉSICA

Es el momento en que hacemos que el paciente pierda conciencia. Habitualmente se incluye aquí el procedimiento de manejo de vía aérea, ya sea intubación o colocación de la mascarilla laríngea.

La inducción anestésica puede ser inhalatoria o endovenosa.



1. Inducción inhalatoria. En este caso el paciente se hace "dormir" con un gas anestésico. Es el método más utilizado en la inducción de los niños, ya que nos evita puncionarlos mientras están despiertos. La inducción inhalatoria en adultos tiene la desventaja que, dadas las características de la fisiología respiratoria y cardiovascular de ellos, la pérdida de conciencia es lenta y muchas veces poco agradable para ellos.

Esto ha sido solucionado parcialmente con la introducción del Sevoflurano, que es un gas anestésico poco irritante de la vía aérea y que permite una inducción bastante rápida, aún en adultos.

2. Inducción endovenosa. Es la técnica de inducción más utilizada en adultos, y en niños que llegan con una vía venosa puesta. Su principal ventaja es la rapidez con que se produce la inconciencia del paciente. Este elemento hace a la inducción endovenosa el método obligado de inducción en aquellos pacientes (adultos o niños) en que debemos hacer una intubación rápida (p.ej. por estómago lleno). (6)

## 2.7. TIPOS DE ANESTESIA GENERAL

### ***Técnica Inhalatoria***

Consiste en la administración de anestésico volátil.

La anestesia inhalatoria es la técnica que utiliza como agente principal para el mantenimiento de la anestesia un gas anestésico, que puede incluso ser utilizado como agente inductor. Las propiedades farmacocinéticas de los anestésicos inhalatorios, caracterizadas por una captación y eliminación rápidas, permiten un control fácil del plano anestésico.

La introducción de nuevos anestésicos halogenados con propiedades físicas de baja solubilidad ha impulsado su utilización y el desarrollo de las técnicas de bajo flujo.

La evolución de la anestesia inhalatoria ha estado marcada por la búsqueda de fármacos de acción rápida, corta duración y ausencia de toxicidad, en particular el

Sevoflurano, el Desflurano y más recientemente el Xenón, lo que ha permitido un mejor control del estado hipnótico, y rápido despertar durante y después de un procedimiento quirúrgico

La farmacocinética de los anestésicos inhalatorios describe

- La Absorción: La transferencia desde el sistema de administración hasta el alveolo y desde aquí a los capilares pulmonares
- La Distribución en el organismo
- El Metabolismo
- La Eliminación: Principalmente por vía pulmonar.

El agente anestésico debe alcanzar el cerebro para producir su efecto. Para llegar hasta el cerebro debe existir una diferencia de concentración entre el vaporizador y el tejido cerebral. El anestésico también llega, en mayor o menor cantidad, a todos los demás órganos. (9)

### ***Técnica Intravenosa Total***

La anestesia total intravenosa (TIVA) es una técnica que utiliza solo fármacos intravenosos para la inducción y el mantenimiento anestésico, evitando cualquier tipo de anestésico inhalatorio.

La aplicación de la TIVA ha sido especialmente posible en los últimos años, gracias al desarrollo de fármacos i.v. de acción rápida y corta duración, en particular el Propofol y el Remifentanilo, lo que permite un mejor control del estado hipnótico/analgésico durante todo el procedimiento quirúrgico. (9)

### ***Técnica Balanceada***

Se utiliza la combinación de un anestésico volátil, y anestésico intravenoso para la inducción y mantenimiento de la anestesia general.

La anestesia balanceada nos permite minimizar el riesgo del paciente, maximizar la comodidad y seguridad del paciente.

Se utiliza para obtener: analgesia, amnesia, inconciencia y relajación muscular, es decir esta técnica es una mezcla de las anteriores.

Los objetivos de la anestesia balanceada son calmar al paciente, minimizar el dolor y reducir los efectos adversos asociados con los agentes anestésicos y analgésicos.

(9)

## 2.8. CONCIENCIA, INCONSCIENCIA Y PROFUNDIDAD ANESTÉSICA

La conciencia ha sido definida como el percibir del percibir.

La conciencia es un producto del funcionamiento cerebral. Las percepciones se organizan, se conectan con áreas de memoria

Como tal, la conciencia es actual, simultánea con el momento en que la percepción ocurre, en el momento real ("real time"). La conciencia representa la percepción de los sentidos dentro de las obvias limitaciones de éstos.

De todo esto el cerebro selecciona, y construye para cada momento una representación completa, un producto, que es la percepción consciente.

La conciencia es un producto elaborado, terminado, resultado de procesos cerebrales complejos. (9)

Inconciencia es la perturbación de la conciencia profunda y breve. El estado de inconciencia fue definido por Krafft Ebinq de la siguiente manera: es un estado caracterizado la perturbación de la conciencia, que puede ser de forma reversible como es en anestesiología mediante la utilización de fármacos, o de forma irreversible. (9).

El concepto actual de la anestesia correlaciona dos componentes que integran el proceso central que lleva al plano anestésico adecuado y que se integra a nivel cortical y subcortical. A nivel cortical se integra la inconciencia y la amnesia,

mientras que a nivel subcortical la antinocicepción, la estabilidad motora y la neurovegetativa. Este nuevo abordaje está desplazando nuestra percepción inicial del triángulo que interrelaciona la hipnosis, analgesia y relajación muscular. Los componentes corticales de los diferentes fármacos anestésicos modifican de manera significativa los procesos cognitivos y la inconsciencia es parte de éstos, definiendo a la inconsciencia como la ausencia de la percepción y conocimiento del mundo exterior. Por lo anterior, el indicador más obvio de la pérdida de la conciencia es el componente cortical de la función cerebral, el cual puede ser monitoreado por diferentes abordajes neurofisiológicos.

Esto ha venido a demostrar que la amnesia y la inconsciencia son dos procesos diferentes, sobre los cuales los anestésicos tienen diferentes efectos. En este nuevo modelo se propone que la respuesta motora no es un proceso cortical, sino más bien medular, lo que fue propuesto por Glass, quien separó la pérdida de la conciencia y la inhibición de los movimientos (11).

## 2.9. BASES NEUROFISIOLÓGICAS DEL MONITOREO DE LA PROFUNDIDAD ANESTÉSICA (11)

El cerebro es el órgano blanco más importante de la mayoría de los anestésicos, por lo que el electroencefalograma y otros estudios neuropsicológicos como los potenciales evocados auditivos son indicadores de la actividad cerebral durante la anestesia. Al paso de los años se han desarrollado diferentes técnicas de monitoreo que tienen como finalidad el análisis de la actividad eléctrica cerebral y su modificación con diferentes anestésicos. Los sistemas de monitoreo que se han diseñado para medir exclusivamente el grado de hipnosis no tienen la capacidad de predicción con respecto a los diferentes componentes implicados en el proceso anestésico y hasta el momento no hay ningún dispositivo que monitoree la nocicepción. El monitoreo de la hipnosis es parte fundamental de la anestesiología moderna y un buen número de estudios han demostrado sus bondades en la práctica cotidiana de la anestesiología. Cada uno de los grupos de efectos paralelos puede ser monitoreado lo que facilita la comprensión de las diferentes fases integradas de la anestesia.

En base a esto se desarrolló la teoría neurofisiológica de la cascada de la anestesia, en la cual se integra la acción y efecto de los anestésicos desde el inicio de su acción cortical a la supresión del estado de alerta. Las fases de esta cascada son:

1. La disminución del flujo sanguíneo cerebral inhibe:
2. Estimulación del sistema reticular ascendente sobre tálamo y corteza.
3. El bloqueo del sistema activador reticular ascendente disminuye e inhibe la actividad límbica y córtico prefrontal que resulta en:
4. Bloqueo de memoria retrógrada y anterógrada.
5. Inhibición del núcleo reticular del tálamo con cierre de las vías tálamo corticales y del sistema de proyección difuso mediado por vías GABA.
6. Bloqueo tálamo cortical y de las vías parietofrontales, lo que induce disminución de la percepción y desacoplamiento de la actividad gamma y la conciencia. Depresión de actividad cortical.

Como se ha comentado, la inhibición tálamo cortical y la motora son eventos diferentes. Para lograr una adecuada depresión de la motoneurona y por lo tanto inmovilidad se requiere mayor concentración del anestésico que el requerido para suprimir la función cerebral. Por lo tanto, el valorar los movimientos musculares como marcador de la profundidad anestésica llevaría al empleo de dosis elevadas de anestésicos. Diferentes vapores anestésicos, entre ellos el sevoflurano inhiben los reflejos medulares nociceptivos y no nociceptivos, y reducen la despolarización acumulativa y el potencial reflejo del asta anterior de la médula espinal.

Las capas 1 y 5 de la corteza cerebral, al ser estimuladas activan la corteza sensorial e inducen un sistema de reverberación córtico-talámica que es parte fundamental de los sistemas de integración para la percepción motora consciente. Los anestésicos, al inducir un bloqueo aferencial córtico- subcortical inhibe este sistema y lleva a un bloqueo sensitivo, de esta manera para mediar la inconsciencia es fundamental el bloqueo del mecanismo de reentrada tálamo-subcortical y de las dendritas corticales piramidales asociado a la inhibición de las áreas somatosensoriales y laterales de la ínsula y del núcleo ventrolateral posterior del tálamo.

## 2.10. DESPERTAR Y RECUERDO INTRAOPERATORIO

El término Anestesia fue utilizado por primera vez por Dioscórides en el siglo I a c, describiendo el efecto narcótico de la Mandrágora. Posterior a la introducción del éter por Morton en 1846, Oliver Wendell H, reutilizó la palabra para definir la nueva intervención que hacía posible el acto quirúrgico (12).

Hacia 1847 Plamley describe tres estadios de la profundidad anestésica; intoxicación, excitación y niveles profundos de narcosis. Al año siguiente Snow describe cuatro estadios o grados de narcosis al administrar éter. La primera etapa fue de analgesia aunque a veces con algún grado de excitación caracterizada por forcejeo, gritos o respiración ruidosa; la segunda se le conoció como anestesia superficial y a la tercera como anestesia quirúrgica; la cuarta, evitable a todo costo, fue de sobredosis con parálisis y amenaza de muerte. Guedel publicó en 1937 una clasificación en donde combinó las fases dos y tres y convencionalmente fue aceptada como etapa de anestesia quirúrgica la cual dividió en cuatro planos (13). La no disponibilidad de oxígeno hasta principios del siglo XX llevó a Snow a intentar reducir la anestesia profunda para disminuir la morbilidad asociada (12).

La introducción en 1942 de la d-tubocurarina, por parte de Griffith y Johnson en Montreal, obscureció aún más el panorama de los cuatro estados clásicos de la anestesia; este medicamento se comenzó a utilizar en dosis bajas combinado con niveles profundos de anestesia con éter (13). El uso de la ventilación completamente asistida conllevó al aumento de las dosis de d-tubocurarina con dosis bajas del agente inhalatorio, tratando de reducir su toxicidad y aumentar la velocidad de salida del anestésico.

El empleo de relajantes neuromusculares eliminó dos signos clínicos valiosos para determinar la profundidad anestésica como son la frecuencia y volumen respiratorios, quedando como monitoria clínica el tamaño pupilar y el lagrimeo. En 1945 un editorial publicado en "The Lancet" se ocupó de los problemas clínicos que podían crear los relajantes neuromusculares y comenzaron a aparecer en la literatura descripciones de pacientes que se habían mantenido despiertos durante una cirugía (14).

El despertar transoperatorio se define como el estado en el que el paciente, bajo anestesia general, es consciente de los sucesos ocurridos durante el transoperatorio, y es capaz de recordarlo y describirlo al terminar el evento anestésico quirúrgico (11).

El despertar y la recordación de eventos que ocurren bajo los efectos de la anestesia general, hoy por hoy representan un tema de actualidad, de interés común a los anestesiólogos como quiera que el número de demandas se incrementa en forma importante y por otra parte, deja en el paciente consecuencias desagradables de difícil cuantificación en la esfera psíquica (14).

El poco conocimiento acerca del tema obliga a un análisis más crítico y a la búsqueda constante por parte del anestesiólogo de mecanismos que intenten evaluar el impacto sobre sus pacientes y la detección oportuna del evento, así como la comunicación y el aclaramiento de dudas surgidas en el postoperatorio siempre en el marco de una conducta profesional óptima (14).

Los pacientes sometidos a cirugía necesitan un adecuado nivel de hipnosis, entre otras cosas, para evitar los estados de conciencia y recuerdo trans operatorios. A niveles ligeros de sedación, éste estado puede valorarse utilizando métodos clínicos, como observación de signos clínicos o respuesta del paciente a la voz y el tacto entre otros. Este enfoque es adecuado para algunas situaciones, pero no para pacientes que se encuentran incapacitados temporalmente para poder responder, como aquellos sometidos a una anestesia general (16).

## 2.11. TIPOS DE MEMORIA EN EL DESPERTAR Y RECUERDO INTRAOPERATORIO

Vickers describió dos grados de profundidad inadecuada de la anestesia. El primero se conoció como Memoria consciente o explícita y corresponde al recuerdo o retención en la memoria de algún hecho acontecido durante el curso de una anestesia, ésta no necesita de un estímulo (1, 17,18).

La memoria explícita (también llama directa) está en relación con lo intencional, es decir, al recuerdo consiente de experiencias previas que se pueden confirmar por pruebas de recuerdo o reconocimiento (15).

La memoria implícita se refiere a la información retenida en la memoria que no se acompaña de recuerdo consiente, afectando la respuesta frente a un estímulo auditivo, también puede considerarse como la capacidad de un paciente para responder a una orden verbal durante o después de una cirugía sin que tenga recuerdo del estímulo. Se considera que en un momento dado puede llegar a tener efectos psicológicos nocivos para el paciente (1, 17,18).

Guerra, en 1986, describe recordación como la retención en la memoria de un evento después que éste ha ocurrido y despertar (Despertar y conciencia son términos intercambiables habitualmente en el marco del tema en mención) como la experiencia consciente de un evento al tiempo que éste ocurre. Russell define la vigilia como la habilidad de responder a una orden bajo anestesia general sin tener recordación posoperatoria de esto (1,17).

El término conciencia o despertar intra operatorios se usan para referirse a la memoria explícita durante la anestesia, de los hechos transoperatorios, (recuerdos espontáneos o conscientes). Los recuerdos explícitos de los sucesos transoperatorios se pueden presentar con la sensación de dolor o sin ella, y pueden ser vividos, como la conversación en el quirófano, o vagas, como sueños o sensaciones desagradables en relación con el procedimiento (15, 16).

La base de la distinción en memoria explícita o implícita durante la anestesia, está en el tipo de pruebas que se hacen en uno y otro caso; en el caso de la memoria explícita las indicaciones que se darán al paciente estarán directamente relacionadas con sucesos ocurridos durante la anestesia, mientras que el caso de la memoria implícita las instrucciones no harán referencia a eventos reales durante el acto anestésico (15).



## 2.12. INCIDENCIA

La incidencia del estado consciente durante la anestesia varía mucho, según la situación clínica y la técnica anestésica utilizada.

El despertar intraoperatorio con recuerdo postoperatorio, es un fenómeno documentado desde 1960. Desde ésta fecha, se han sucedido múltiples estudios que lo confirman (16).

La incidencia del despertar intra operatorio durante la anestesia y el recuerdo de memoria explícita se estima de mejor manera al entrevistar formalmente a los pacientes en el postoperatorio, mediante lo cual se ha observado que la incidencia del despertar intra operatorio en pacientes quirúrgicas no obstétricas y no cardíacas es del 0.2%. Sin embargo, ésta incidencia es mayor cuando el nivel de anestesia es ligero: la incidencia de despertar intraoperatorio en cirugía cardíaca está reportado en 1.1 a 1.5%.(10, 16)

También se ha reportado una incidencia mayor para las pacientes obstétricas (0-04%) y en pacientes con trauma severo (11-43%). La incidencia varía de acuerdo a la dosis del anestésico utilizado. Las consecuencias de éste hecho, para el paciente dependen en gran parte del tipo de memoria que el paciente desarrolle en el evento.

Existen también consecuencias médico legales, las demandas por el despertar intraoperatorio representan el 2% de todas las demandas médico legales. La incapacidad para poder prever el despertar intraoperatorio con métodos convencionales, sugiere la necesidad de utilizar métodos directos de medición de la actividad cerebral transoperatoria (19,20).

Las consecuencias médico legales de éstas situaciones han despertado gran interés y preocupación. La Dra. Karen Domino, recientemente, ha analizado la frecuencia con que las quejas de los pacientes se transforman en demandas jurídicas, esto a través de la American Society of Anesthesiologists, Closed Claims Project. Las demandas por conciencia durante anestesia constituyeron el 2% de todas las demandas, porcentaje similar al de las demandas familiares por complicaciones

postanestésicas, tales como neumonía por aspiración e infarto al miocardio. Las mujeres generaron el triple de las demandas por conciencia transanestésica, comparadas con otras demandas por mala práctica en anestesia general. La Dra. Domino especula que las mujeres pueden ser más lábiles que los hombres para sufrir daño emocional secundario. (1)

La conciencia bajo anestesia se divide en dos categorías: conciencia cuando hay dolor y cuando no existe dolor.

En el caso de conciencia con sensaciones dolorosas, el efecto es mayor sobre las secuelas postoperatorias. La incidencia de conciencia con dolor se aproxima a uno en 3 000 episodios de anestesia general (15).

La conciencia sin dolor tiene una incidencia mayor, alrededor de tres en 1000 casos de anestesia general (15).

La ausencia de dolor proviene del uso concomitante de anestésicos locales u opiáceos o de las propiedades analgésicas de los anestésicos volátiles a dosis bajas.

Las pruebas manifiestan que el porcentaje de conciencia bajo anestesia ha disminuido en los últimos dos decenios al dejar de aplicarse la técnica con óxido nitroso (15).

La incidencia global reportada de recordación es de alrededor del 1%3. Liu reporta una incidencia de recordación de 0,2% posterior a 1000 cirugías en pacientes llevados a cirugía no obstétrica y no cardíaca, con una incidencia similar para la anestesia intravenosa total. El riesgo es mayor para la cirugía obstétrica (7-28%), trauma mayor (11-43%) y cirugía cardíaca (23%) (11, 14, 15, 16, 17).

El rango de conciencia durante anestesia va desde recordación vaga de haber estado completamente despierto, sin dolor, a sensación de dolor intenso e inhabilidad, por parálisis, para comunicarse con alguien. Particularmente hay recordación de conversaciones o aspectos que son de naturaleza negativa para ellos, o de su condición médica (11, 16,17).

Jones estima que alrededor de un 0,01 % de pacientes manifiestan sufrimiento de dolor al despertarse bajo la acción de anestesia general (14).

Historias de horror aparecen descritas en diferentes publicaciones y se cree que al menos 40,000 casos de despertar no esperado se presentan en los Estados Unidos de América durante las 20 millones de cirugías anuales. Adicional a la lesión de la agresión por la cirugía, “Los sobrevivientes”, como se han autodenominado, reportan que el personal médico y resto de personal de las salas de cirugía rutinariamente miran y ridiculizan sus cuerpos inertes delante de ellos.

Por múltiples razones los “sobrevivientes” a un despertar nunca comunican a su anestesiólogo de su experiencia, sugiriendo algunos estudios que solo el 35% mencionarán alguna vez algo (14).

### 2.13. CAUSAS DE DESPERTAR INTRAOPERATORIO

Las razones para despertar en el intraoperatorio pueden ser ubicadas dentro de las siguientes:

1. Variabilidad interpaciente de la farmacocinética y farmacodinámica.
2. Falla en el mantenimiento de niveles plasmáticos adecuados de las drogas anestésicas.
3. Pobre conocimiento de los niveles complejos de conciencia durante anestesia y la relativa inhabilidad para evaluar la profundidad de la anestesia. Jones y Konieczko consideran la anestesia como un espectro continuo en el cual el incremento de la profundidad anestésica pasa por tres niveles de conciencia:
  - Despertar consciente con recordación explícita
  - Despertar consciente sin recordación explícita y
  - Despertar subconsciente con memoria implícita (14).

El primer nivel corresponde al estado de conciencia normal que puede ocurrir

accidentalmente por ejemplo tras el “cambio de jeringa”. El segundo nivel fue reportado por Russell y Schultetus, quienes demostraron que pacientes anestesiados y paralizados eran capaces de responder con un brazo aislado a órdenes verbales durante una cirugía sin tener recordación posoperatoria. El tercer nivel fue demostrado por Levinson; él anestesió profundamente diez pacientes bajo monitorización electroencefalográfica y les produjo un estímulo verbal nocivo sin tener recordación postoperatoria; un mes después el 40% de los pacientes reproducían el estímulo verbal bajo hipnosis y un 20% se desestresaban una vez era interrumpida la hipnosis (14,21).

Hebb propuso que los receptores de NMDA jugaban un papel en la plasticidad durante el desarrollo y el aprendizaje, una propiedad especial denominada Potenciación a Largo Plazo (PLP), que ha sido propuesto como mecanismo de depósito de la memoria. Estos receptores NMDA son clave en el desarrollo de la PLP y no son antagonizados por los anestésicos con excepción de la ketamina.

Estudios con Potenciales Auditivos Evocados demuestran además que la anestesia retarda pero no suprime la transmisión a través del tallo cerebral y la corteza (21).

### ***2.13.1. Anestesia superficial***

La anestesia superficial puede ocurrir intencionalmente como se presenta durante una Cesárea o en casos de inestabilidad hemodinámica por choque hipovolémico, donde la profundidad anestésica es sacrificada por otras metas (14, 16, 20,21).

Otra causa de anestesia superficial tiene que ver con fallas en el equipo anestésico e incluye vaciamiento inadvertido de tanques de gases y vaporizadores u ocupación de aire en el ventilador por insuficiente flujo de gases frescos que llevaría al paciente a recibir menos anestésicos de lo esperado.

Algunos pacientes, como los alcohólicos y los abusadores de drogas, pueden desarrollar algún grado de tolerancia requiriendo mayores dosis de las drogas en uso (14, 16, 20,21).

#### 2.13.2. Anestesia adecuada

Hay reporte de casos relacionados con “Profundidad anestésica adecuada”, lo cual es difícil de explicar por medio del esquema tradicional donde la ausencia de respuesta motora o fisiológica a un estímulo quirúrgico supramáximo indicaría ausencia de respuesta concomitante en el marco psíquico (10,14)

#### 2.14. CAUSAS FRECUENTES DE LA CONCIENCIA TRANSOPERATORIA

- El uso o etiquetado erróneos de la venoclisis con succinilcolina.
- Cambios de jeringas.
- Las intubaciones difíciles se realizan con el paciente consciente cuando el médico no se preocupa por administrar una nueva dosis o mantiene la anestesia con agentes volátiles.
- No verificar que los vaporizadores tengan el contenido adecuado.

#### 2.15. SITUACIONES FRECUENTES RELACIONADAS CON CONCIENCIA

##### ***2.15.1. Anestesia General Ligera***

Los procedimientos más frecuentes son operación cesárea con anestesia general, traumatismo mayor y procedimientos cardíacos.

##### **Cesárea**

Conciencia, dolor y sueños displacenteros se han reportado de manera frecuente durante esta cirugía. Los regímenes anestésicos incluyen: Oxido nitroso-Oxígeno, Oxido nitroso-Oxígeno- Narcótico o agentes inhalatorios a baja concentración para prevenir inestabilidad hemodinámica y depresión neonatal.

En pacientes obstétricas, la anestesia general puede producir supresión neonatal; por tanto, las dosis se reduzcan al mínimo, como resultado, la incidencia de percepción consciente en pacientes obstétricas se aproxima a 1% (14, 15, 16).

La mezcla óxido nitroso-relajante neuromuscular tiene una incidencia de hasta 36,1% (14).

### **Cirugía cardíaca**

El despertar intraoperatorio ha sido relacionado con fentanyl como único anestésico. Mark and Greenberg describen una crisis hipertensiva simultánea con un episodio de despertar intraoperatorio en un paciente anestesiado con fentanyl a dosis altas, diazepam y oxígeno llevado a bypass coronario. Otro caso es reportado con el uso de anestesia suplementada con sufentanilo en una mujer de 51 años llevada a bypass aorto coronario (14).

Los pacientes que se someten a operación del corazón con circulación extracorpórea tienen una mayor incidencia de recuerdos postoperatorios debido a la anestesia con narcóticos, lo cual reduce al mínimo la depresión miocárdica, pero produce una amnesia poco confiable. Los datos recientes sugieren una incidencia de 1% (15).

Diversos autores han demostrado que los opiáceos a dosis elevadas utilizados como anestésicos no son capaces de inducir una anestesia completa. Aún no se ha podido identificar por qué un 30 a 40% de pacientes sometidos a derivación coronaria presentarán respuesta hemodinámica nociva incluso con concentraciones elevadas de fentanyl. No existen signos clínicos fiables para cuantificar la respuesta a los opiáceos y actualmente se recomienda suplementar las dosis altas de opiáceos con benzodiacepinas o agentes inhalatorios potentes a concentraciones bajas.

## **Politrauma**

La inestabilidad hemodinámica que acompaña al traumatismo mayor requiere dosis bajas de anestésicos. La incidencia de conciencia postoperatoria en pacientes traumatizados puede ser hasta de 48% (15).

Posterior a un trauma mayor la inestabilidad hemodinámica frecuentemente asociada requiere reducir la dosis de los anestésicos administrados. Factores asociados al trauma que se sabe reducen la concentración alveolar mínima, CAM, de agentes inhalados incluyen hipotensión, hipotermia, acidemia e intoxicación aguda por alcohol (14,15)

La revisión de historias clínicas de algunos autores citan que en pacientes inestables hemodinámicamente o inconscientes, la intubación orotraqueal era desarrollada inmediatamente, sin un anestésico, administrando tanta succinilcolina como fuera necesaria; si el paciente se encontraba estable y consciente la intubación se realizaba como parte de una inducción de secuencia rápida con succinilcolina y ketamina o tiopental.

Un grupo de “Menor dosis” era intubado sin anestésicos y no recibía anestesia por 20 o más minutos consecutivos durante la cirugía. El otro grupo, de “Alta dosis”, recibía ketamina o tiopental para la intubación y nunca se le discontinuaba la anestesia por más de 20 minutos. El primer grupo tuvo una incidencia mayor de recordación, 43% versus un 11% del grupo de dosis alta (14).

## **Anestesia inhalatoria**

El juicio común es que el uso de agentes inhalatorios potentes a concentraciones clínicas usuales (1 o más CAM) obviaría la probabilidad de despertar intraoperatorio, pero esto no ocurre necesariamente así. Guerra en una revisión de despertar y recordación intraoperatoria, cita que la obesidad es el único factor común en 37% de una serie de casos; despertares previos pueden indicar una tolerancia inusual a los agentes anestésicos (14).

Los fármacos volátiles tienen propiedades amnésicas. Sin embargo, aún no se establece con claridad la concentración necesaria de anestésicos volátiles para eliminar la conciencia transoperatoria. La variabilidad entre los pacientes y las situaciones clínicas contribuye a concentraciones alveolares necesarias distintas para suprimir los recuerdos (15).

## 2.16. TÉCNICAS ANESTÉSICAS RELACIONADAS CON RIESGO DE CONCIENCIA TRANSOPERATORIA

Varias técnicas anestésicas aumentan el riesgo de conciencia.

El uso de relajantes musculares, el óxido nitroso y opiáceos, pueden enmascarar los signos de la anestesia ligera y contribuir a un mayor índice de conciencia transoperatoria.

La anestesia intravenosa total puede predisponer a los pacientes a conservar cierta conciencia bajo anestesia por la variabilidad en las dosis e índices de eliminación

## 2.17. FACTORES DE RIESGO PARA DESPERTAR TRANSOPERATORIO

Estudios epidemiológicos han identificado varios factores de riesgo asociados al despertar transoperatorio, los cuales se clasifican en tres grupos que se relacionan con (11):

### 1. *Paciente:*

- Género femenino
- Niños y adolescentes
- Alcoholismo
- Farmacodependencia
- Enfermos ASA III-IV sometidos a cirugía mayor
- Inestabilidad hemodinámica transoperatoria
- Tratamiento previo con hipertensivos y betabloqueadores
- Vía aérea difícil



## 2. Tipo de cirugía:

- Anestesia obstétrica: Inducción de secuencia rápida sin opioides, fracciones inspiradas bajas de anestésicos inhalados, período comprendido entre la incisión de la piel y la extracción fetal
- Anestesia cardiovascular: Técnica basada en dosis altas de opioides
- Anestesia en trauma: Infradosificación de fármacos anestésicos

## 3. Técnica anestésica

**Anestesia inhalatoria.** Dosis bajas, disfunción del vaporizador, fuga del sistema, flujos bajos y falta de monitoreo de los vapores anestésicos. Los agentes halogenados son los que presentan el mejor potencial amnésico, sobre todo cuando se utilizan a CAM > 0.6, pero debe tomarse en cuenta que puede haber memoria implícita aun a fracciones inspiradas de 1.2%.

**Anestesia total intravenosa.** Las técnicas basadas en la administración de hipnóticos, opioides y relajantes musculares son los que más se asocian al despertar transoperatorio, lo que está relacionado a impregnación inadecuada, dosis de mantenimiento mal calculadas, fallas en el funcionamiento de las bombas, desconexiones, robos por exceso de flujo en una de dos vías simultáneas.

**Relajantes musculares.** El empleo de relajantes musculares es uno de los principales factores asociados a despertar transoperatorio. En un estudio que incluyó a 11,785 enfermos intervenidos bajo anestesia general, la incidencia de despertar transoperatorio fue mayor en aquellos que recibieron relajantes neuromusculares.

Los errores en la administración o identificación de los fármacos intravenosos es la causa más frecuente de demandas por cirugías en pacientes conscientes relajados. El monitoreo de la relajación neuromuscular es fundamental. Los relajantes musculares deberán emplearse únicamente si son necesarios. Deben dosificarse cuidadosamente y tomar en cuenta que en

el recuerdo transoperatorio sin experiencia dolorosa la probabilidad de secuelas psicológicas permanentes es menor.

## 2.18. SIGNOS Y SÍNTOMAS CLÍNICOS DE LA ANESTESIA LIGERA

- Signos motores
- Cambios hemodinámicos
- Activación simpática.

Los signos motores específicos son movimiento de párpados u ojos (nistagmus), deglución, tos, gesticulación y movimiento de las extremidades o cabeza. El aumento en el esfuerzo respiratorio.

Cuando se usa bloqueo neuromuscular, los signos motores no proporcionan información sobre la profundidad anestésica.

Los efectos simpáticos relacionados con ésta son hipertensión, taquicardia, midriasis, lagrimeo, sudación y salivación.

Estos efectos son inespecíficos y se modifican con los agentes anestésicos; por lo que su ausencia o presencia es un indicio poco confiable del estado de conciencia.

En una revisión reciente refiere que los signos de anestesia "ligera" (taquicardia hipertensión) sólo se encontraron en una minoría de pacientes que declaraban haber estado conscientes durante la operación.

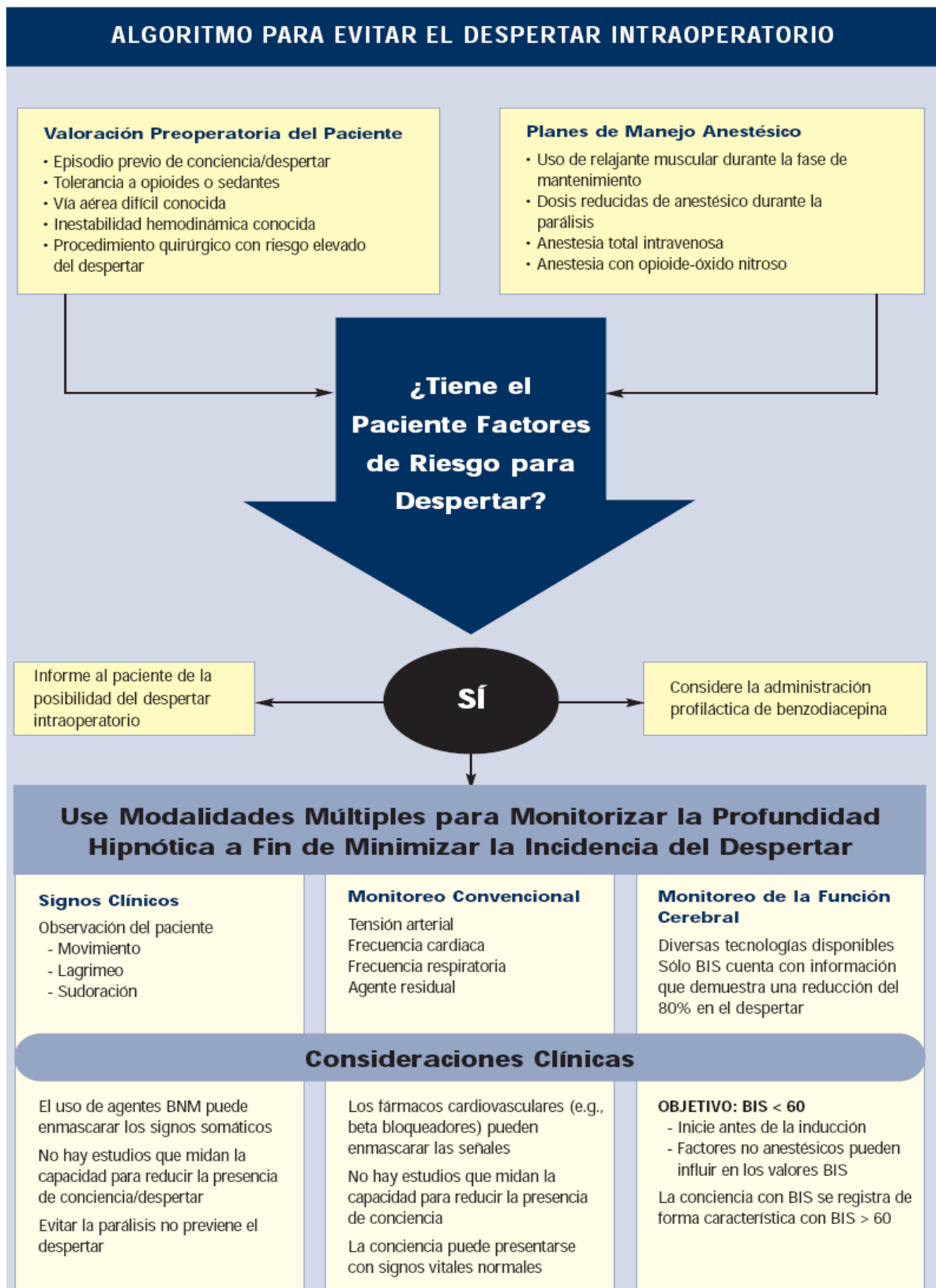
## 2.19. ANESTESIA ADECUADA

Hay reporte de casos relacionados con "Profundidad anestésica adecuada", lo cual es difícil de explicar por medio del esquema tradicional donde la ausencia de respuesta motora o fisiológica a un estímulo quirúrgico supramáximo indicaría ausencia de respuesta concomitante en el marco psíquico.

## 2.20. UTILIDAD CLÍNICA DE LA MONITORIZACIÓN DE PROFUNDIDAD ANESTÉSICA

El uso de monitores de profundidad anestésica durante la anestesia general se ha asociado a una disminución en la incidencia de episodios de despertar intraoperatorio con recuerdos explícitos en cirugías de alto riesgo de esta complicación. Se ha asociado también a disminución en el consumo de drogas anestésicas, acortamiento de los tiempos de despertar y de recuperación. Esto sin embargo, no necesariamente significa una disminución en los costos anestésicos debido al costo de los electrodos utilizados (10).

## ALGORITMO DE LA ASA PARA REDUCIR EL DESPERTAR INTRAOPERATORIO (28)



## 2.21. TIPOS DE MONITORIZACIÓN DE LA PROFUNDIDAD ANESTÉSICA

No hay un solo monitor que proporcione una respuesta completa a la profundidad del estado anestésico de un paciente.

La profundidad anestésica comprende varios parámetros, como el grado de analgesia, arreflexia e hipnosis.

Actualmente se dispone de varios métodos de monitoria que pueden ser clasificados en dos grupos:

Aquellos dirigidos a detectar “Despertar consciente” de una manera directa y aquellos dirigidos a detectar, de manera indirecta, los niveles de conciencia por bioensayo de la profundidad anestésica.

### ESTIMACIÓN DE LA PROFUNDIDAD ANESTÉSICA

- ❖ Reflejos
  - Movimientos
- ❖ Reflejos autonómicos
  - FC y PA
  - Patrón respiratorio
  - Sudoración
  - Lagrimeo
  - Dilatación pupilar
- ❖ Medición o estimación de concentraciones de anestésicos
- ❖ Métodos electroencefalograficos

Desafortunadamente, ninguna monitoria tiene suficiente credibilidad y aceptación clínica.

### ***Signos clínicos y registro PRST***

En la práctica clínica, la respuesta a un agente anestésico es guiada por signos vegetativos autonómicos como cambios en la presión arterial, frecuencia cardíaca, sudoración y producción de lágrimas. Evans cuantificó éstos cambios en un registro PRST, (inglés P, presión arterial; R, frecuencia cardíaca; S, sudoración; T, lagrimeo). Estos parámetros siguen considerándose de poca confiabilidad (14).

Aunque estos signos son ampliamente utilizados en la vigilancia transoperatoria, no son específicos y pueden ser modificados por enfermedades, drogas y por técnicas quirúrgicas. Estos signos clínicos no son guías útiles para detectar algún nivel de conciencia durante la anestesia. Es decir, muchos pacientes pueden estar despiertos sin alteración de los signos hemodinámicos (22).

Moerman y colaboradores reportaron 26 casos de conciencia y recuerdo. De éstos, solamente cinco presentaron hipertensión durante la cirugía y tres presentaron taquicardia (22).

Hilgemberg y colaboradores reportan un caso de conciencia durante un reemplazo valvular, sin que el paciente presentara cambios hemodinámicos, lagrimeo, diaforesis o movimientos musculares que indicaran una anestesia inadecuada. La diaforesis tiene menor valor diagnóstico en presencia de cambios de temperatura. Los procedimientos quirúrgicos que involucran transfusiones masivas de sangre y la hipotermia pueden alterar estas respuestas. En los periodos pre y posoperatorios de la cirugía para puenteo cardiovascular, en donde la temperatura varía drásticamente desde la hipotermia profunda hasta la relativa hipertermia, la diaforesis no es un parámetro de utilidad (22).

Además, los pacientes que reciben grandes volúmenes de líquidos modifican la farmacocinética de los anestésicos. Los recuerdos de la cirugía y las alteraciones del sueño posoperatorio son frecuentes en estos pacientes. (22)

## ***Bioensayos de profundidad anestésica***

Esta monitoria incluye signos clínicos como: Respuesta autonómica y motora, electroencefalograma, potenciales evocados auditivos corticales, tono del esfínter esofágico inferior, conductancia de la piel y electro miografía de superficie.

### **Tono contráctil del esfínter esofágico inferior (EEI)**

La frecuencia y amplitud de contracciones espontáneas y provocadas del EEI se han correlacionado con la profundidad anestésica. Se ubica un manómetro de balón en el esófago el cual es insuflado periódicamente, tanto la contracción provocada como la espontánea es registrada por un sensor distal al balón; es una técnica fácil, no agente-específica, pero se reportan muchos falsos negativos.

## ***Métodos electroencefalográficos***

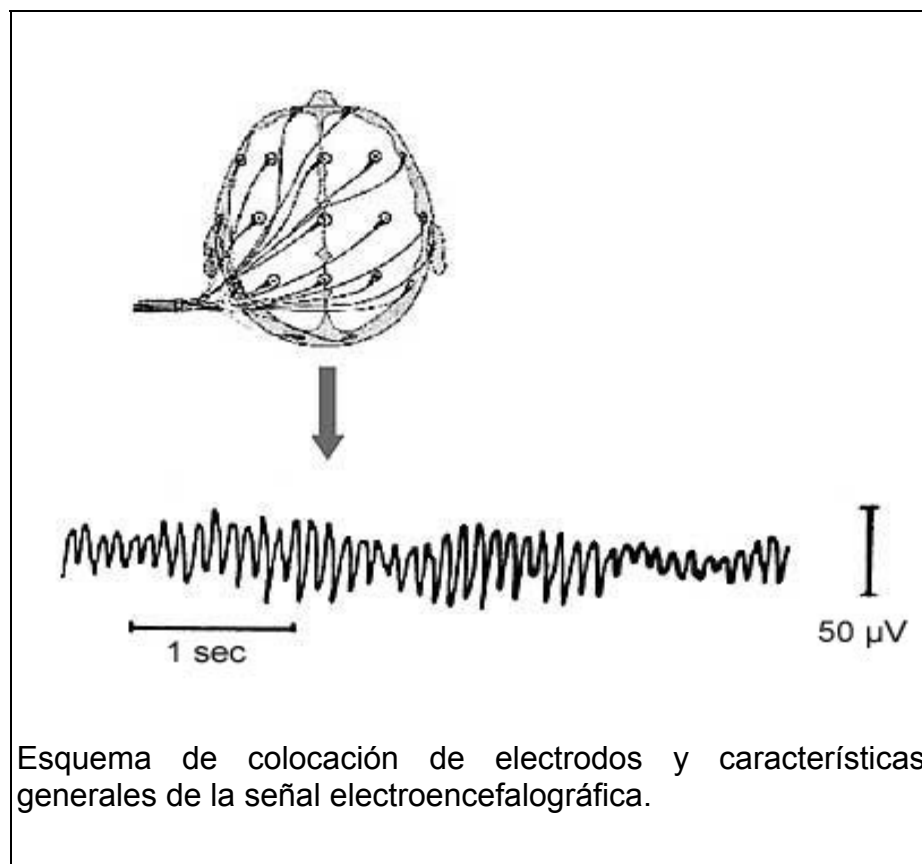
### ***Electroencefalograma***

Este instrumento registra fundamentalmente la actividad eléctrica proveniente de la corteza cerebral a través de electrodos en el cuero cabelludo. Los potenciales post-sinápticos generados a nivel de las células piramidales corticales constituyen la base de este registro. Centros talámicos no específicos han sido identificados como los probables marcapasos del EEG. Estos centros reciben estimulación desde la sustancia reticular y su patrón de gatillo asincrónico se ve reflejado en la apariencia aleatoria característica del EEG

Una de las características fundamentales es que los cambios de la señal se producen gradualmente en relación a la dosis de los distintos anestésicos usados. Estos cambios se caracterizan en general por un aumento de la amplitud, un enlentecimiento de la frecuencia y aparición de períodos de silencio.

La cuantificación de estos cambios a través de algoritmos matemáticos y análisis estadísticos ha permitido incorporar parámetros derivados del EEG calculados en tiempo real en la monitorización del grado de hipnosis durante la anestesia

La aplicación principal de éste en monitoria de la profundidad anestésica aún permanece evasiva. A pesar de que los cambios del EEG con las diferentes dosis anestésicas han sido observados hace más de medio siglo, es difícil demostrar credibilidad y correlación cuantitativa entre el EEG o los potenciales evocados y otras determinaciones de la profundidad anestésica.



Los patrones electroencefalográficos pueden ser modificados por situaciones como: Hipoxia, hipotensión, hipotermia, hipocapnia, hipercapnia, estimulación quirúrgica y el agente anestésico en particular que haya sido utilizado.

El uso de métodos matemáticos o estadísticos permitió transformar una señal electroencefalográfica cualquiera en una sumatoria de ondas sinusales de frecuencias y amplitudes correspondientes.

Se puede calcular entonces un “Poder espectral” el cual describirá la distribución en las diferentes frecuencias de una señal electroencefalográfica compleja.



El análisis del poder espectral ha proporcionado parámetros del EEG tal como “la frecuencia del perfil espectral”, FPE 95, 90 y 50. Esta se refiere a la frecuencia por debajo de la cual, el 95, 90 y 50% del poder electroencefalográfico se encuentra localizado.

El perfil espectral 95% define la frecuencia electroencefalográfica más alta en la cual se encuentra actividad significativa.

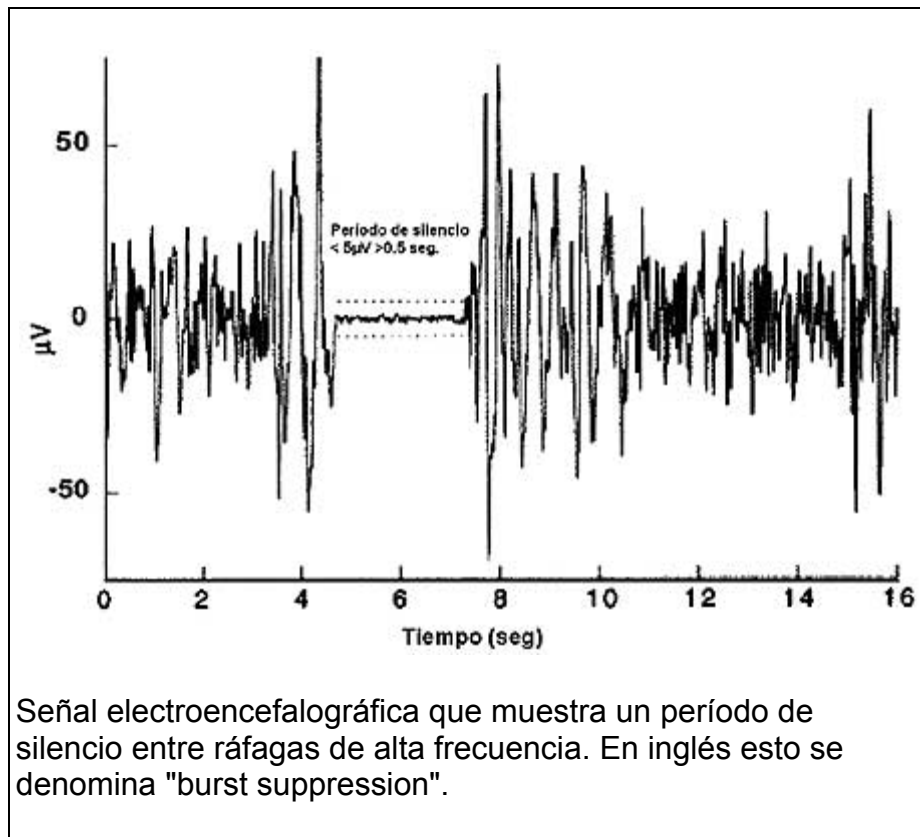
Nayak y colaboradores, utilizaron un método conocido como Representación Espectral Frecuencia-Tiempo en la monitoria de profundidad anestésica de perros bajo anestesia con halotano. Se reporta una superioridad en relación al análisis espectral de poder del EEG pero, aún no se ha estudiado completamente en humanos.

#### *Análisis del electroencefalograma*

Existen diferentes formas de analizar los cambios de la señal electroencefalográfica producida por agentes anestésicos.

#### ***A) Métodos de análisis en el dominio del tiempo***

Con este tipo de análisis las variaciones de la frecuencia o del voltaje pueden ser cuantificadas en el tiempo. Un ejemplo de este tipo de análisis es la cuantificación de períodos de silencio (señal con voltaje menor a  $0,5 \mu\text{V}$  por más de 0,5 segundos) que en anestesia caracterizan un estado excesivamente profundo. La medición de este fenómeno a través de la tasa de supresión (proporción de períodos de silencio en el trazado electroencefalográfico) ha sido incorporada en la mayoría de los monitores comercialmente disponibles.



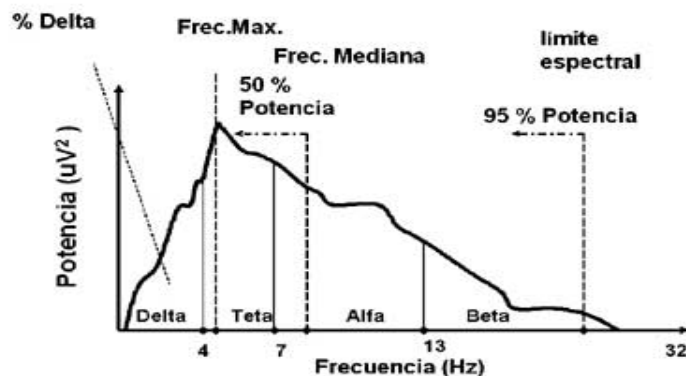
### ***B) Métodos en el dominio de la frecuencia***

Este tipo de análisis examina la actividad de una señal en función de la frecuencia. La transformación de Fourier se utiliza en este proceso para descomponer el EEG en sus diferentes armónicas de frecuencia. Cada onda sinusoidal o armónica de frecuencia está definida por 3 componentes: amplitud (expresada en  $\mu\text{V}$ ) que corresponde al voltaje entre el punto de equilibrio y el voltaje máximo, frecuencia (expresado en Hz) que corresponde al número de ciclos por segundo y finalmente el ángulo de fase que refleja el punto de partida de la onda.

En monitorización clínica el resultado de un análisis de Fourier se muestra gráficamente en histogramas de potencia vs frecuencia.

Esta representación se conoce como espectro de potencia. Diversos parámetros derivados del espectro de potencia pueden ser usados para describir el efecto hipnótico de las drogas anestésicas.

## EEG: espectro de potencia



Espectro de potencia del EEG y parámetros derivados: Potencia relativa Delta = proporción de potencia delta en el espectro, frecuencia pico = frecuencia del espectro en la cual está la mayor potencia, frecuencia mediana = frecuencia que divide el espectro en dos partes iguales en potencia, límite espectral 95 = frecuencia bajo la cual se encuentra el 95% de la potencia. Las flechas indican la dirección de los cambios de los parámetros al profundizar la anestesia.

### Teorema de Fourier

El electroencefalograma (EEG) consiste en el registro de la actividad eléctrica procedente de la corteza cerebral a través de electrodos colocados en el cuero cabelludo. La base del registro la constituyen los potenciales postsinápticos que se generan en las células piramidales corticales. El tálamo es el marcapaso eléctrico, modulado por la sustancia reticular activadora ascendente, lo que determina su descarga sincrónica. La onda normal del EEG tiene una amplitud de 20 a 200  $\mu\text{V}$  y una frecuencia de 0 a 50 Hz.

Desde los 50's se conoce el efecto de los anestésicos sobre la actividad electroencefalográfica que se caracteriza en términos generales por aumento en la amplitud, disminución de la frecuencia y períodos de silencio eléctrico.

La señal procesada del EEG se ha aplicado en la práctica anestesiológica como una manera de valorar la profundidad anestésica. La señal analógica procedente de los electrodos cutáneos es muestreada y cada onda registrada se define como una inscripción positiva o negativa. La frecuencia máxima de la señal del EEG es de 30 a 40 Hz. Una vez digitalizada la señal pasa por una serie de filtros que reconocen y

eliminan los artefactos (bisturí eléctrico, electrocauterio), otros artefactos incluyen la actividad electromiográfica, la señal de la corriente alterna, el electrocardiograma (11).

La señal del EEG se analiza de acuerdo al dominio de tiempo y de frecuencia. De acuerdo al dominio de tiempo el EEG se considera como un voltaje alterno compuesto por un gran número de ondulaciones superpuestas una sobre otra, en relación con el dominio de frecuencia; el EEG puede analizarse en relación a la frecuencia como un conjunto de ondas de diferente frecuencia en base al análisis o teorema de Fourier, el cual postula que cualquier forma ondulatoria compleja que varía en el tiempo arbitrariamente puede ser descompuesta en la suma de ondas seno o coseno simples. El análisis de Fourier genera un espectro de frecuencias que es un histograma de amplitudes en función de la frecuencia. En los monitores clínicos el electroencefalograma es descompuesto en su espectro de frecuencia mediante la transformación rápida de Fourier, Cooley y Tukey, pues este algoritmo permite computarizar los datos (11).

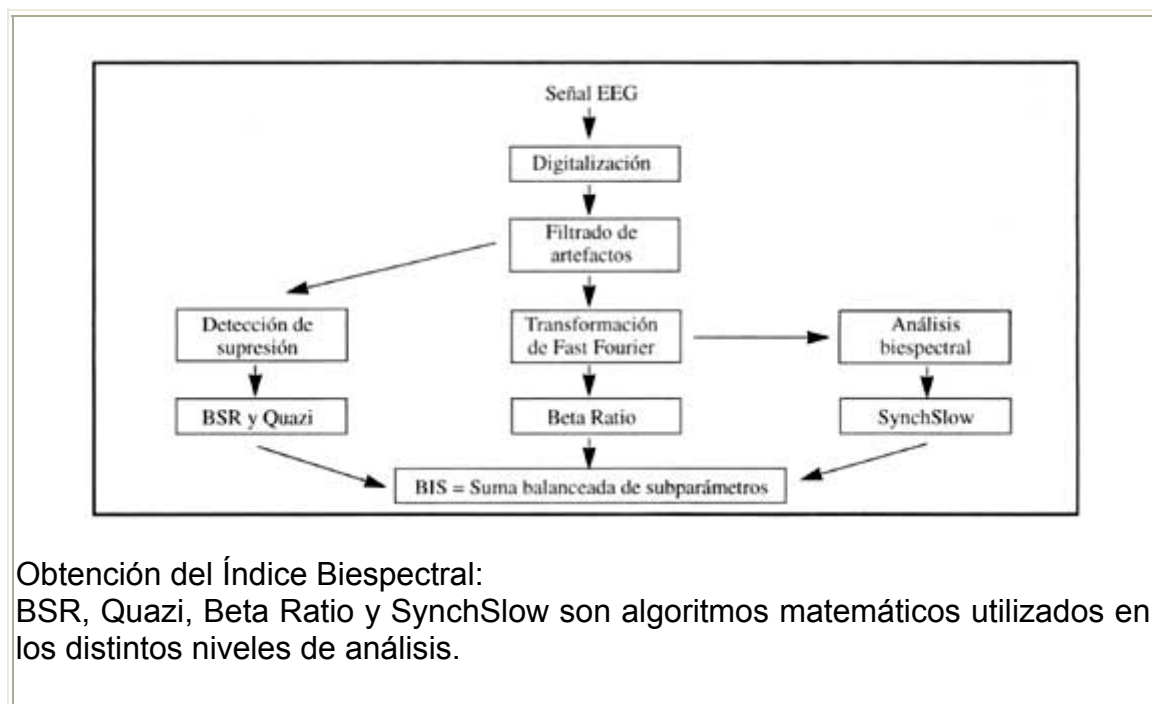
$$P(f_i) = X(f_i) * X^*(f_i)$$

$P(f_i)$ : Poder del espectro,  $X(f_i)$ : amplitud elevada al cuadrado,  $X^*(f_i)$ : conjugado del número complejo.

De este abordaje se pueden obtener los siguientes parámetros: Amplitud o potencia total, amplitud o potencia de banda, frecuencia de la potencia pico, frecuencia de la potencia mediana

### **C) Análisis biespectral**

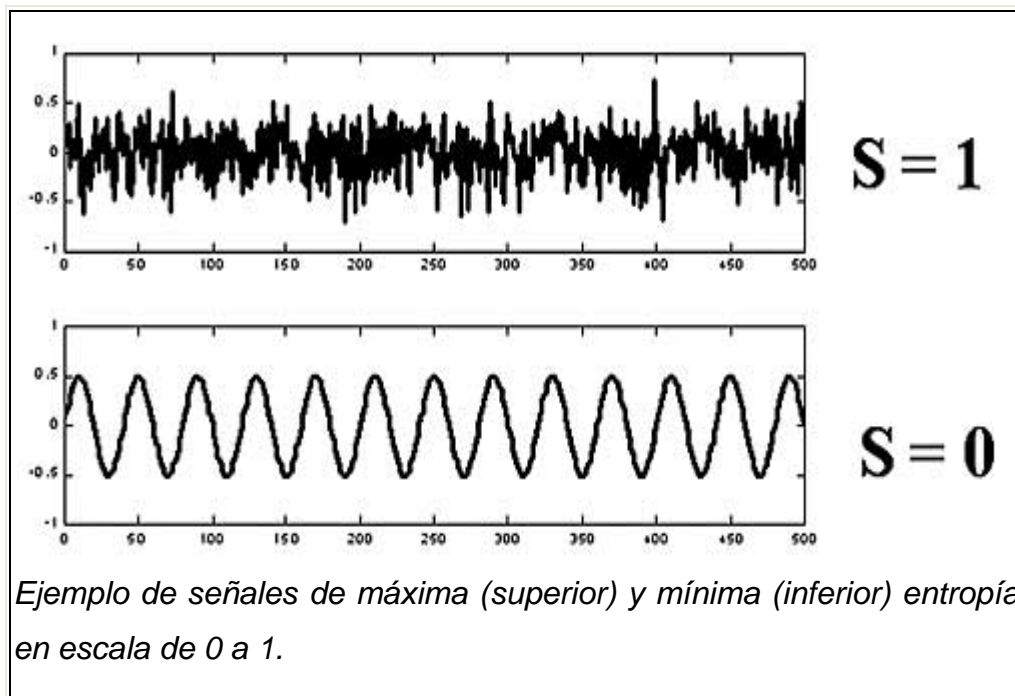
El análisis biespectral es un método de procesamiento de señales de mayor complejidad que los señalados anteriormente. En la señal del EEG este método cuantifica el acoplamiento entre las fases de las distintas armónicas de frecuencia. Es decir se correlacionan las fases o puntos de partida de los distintos componentes de frecuencia y se cuantifica su bicoherencia y magnitud. En forma teórica una fuerte correlación o acoplamiento de fases implicaría menos marcapasos independientes es decir existiría un generador común en las ondas analizadas. En anestesia esto se asociaría a estados más profundos capaces de reducir el número de marcapasos activos.



### **D) Análisis de entropía**

La entropía puede ser entendida como un concepto físico que se relaciona con el grado de desorden de un sistema. En análisis de señales la entropía cuantifica el grado de irregularidad presente en la señal. En un ejemplo simple si una señal es perfectamente regular o predecible, su entropía es mínima. En caso opuesto, si la señal es extremadamente compleja, irregular o impredecible, su entropía es

máxima. En general la señal del EEG cambia de patrones irregulares a más regulares cuando el paciente pierde conciencia tras el uso de drogas anestésicas.

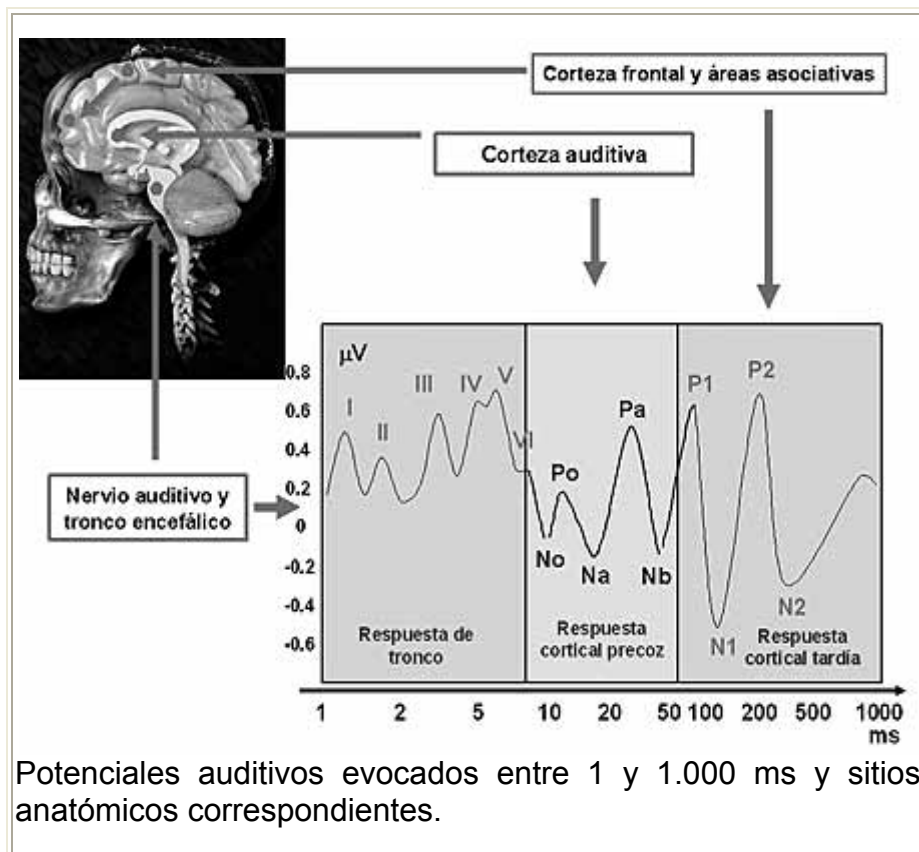


### ***E) Potenciales Evocados Auditivos Corticales (PAE)***

La vía auditiva es la parte del cerebro consciente con mayor actividad metabólica. Por tanto, la audición es el último sentido que suprime la anestesia. Este hecho tiene consecuencias trascendentales. El oído juega una función importante en la memoria implícita, los sucesos o la conversación transoperatorios pueden afectar el bienestar postoperatorio, tanto en forma positiva como negativa (15).

Un potencial evocado es una pequeña alteración eléctrica en la señal basal del EEG producto de un estímulo sensitivo. Un potencial evocado auditivo (PEA) consiste en una serie de ondas positivas y negativas representativas del proceso de transducción, transmisión y procesamiento de información auditiva de la cóclea al tallo cerebral, corteza auditiva primaria y frontal.

La respuesta evocada sensitiva muestra una reducción en la amplitud de la respuesta y un incremento de la latencia al aumentarse la profundidad anestésica.



Los PAE son señales electroencefalográficas producidas por estimulación auditiva controlada. Estos potenciales representan el paso de actividad eléctrica desde la cóclea a la corteza cerebral.

La respuesta cortical precoz también llamada de latencia media aparece desde los 8 hasta los 60 milisegundos (ms) después de producida la estimulación acústica. Esta porción de los PAE presenta cambios graduales en forma dosis dependiente con diversas drogas anestésicas. Al aumentar la profundidad anestésica la señal se aplana y las latencias aumentan (10)

La respuesta de tronco (0 a 8 ms) es muy resistente al efecto de drogas anestésicas mientras que la respuesta cortical tardía (60 a 1.000 ms) es extremadamente sensible al efecto de estas drogas por lo que ninguna de estas porciones de los PAE resulta útil en monitorización de profundidad anestésica (10).

## 2.22. MONITORIZACIÓN BIS

La vigilancia BIS es una nueva técnica en la que se utilizan los parámetros procesados de las ondas electroencefalográficas (EEG) para proporcionar una medida objetiva del grado de hipnosis bajo el cual está el paciente.

Este monitor reúne datos EEG netos por medio de un pequeño electrodo sobre la frente y el área temporal.

Los datos originales se someten a un análisis bispectral (proceso matemático).

Una vez que el proceso está completo, se presenta un número entre 1 y 100 en la pantalla, el cual debe corresponder al grado de sedación o hipnosis del paciente. Los números menores indican hipnosis más profunda, mientras que los más altos indican que el paciente está bajo sedación ligera o despierto.

## 2.23. ANÁLISIS DEL ÍNDICE BIESPECTRAL (BIS)

### ***1) Análisis biespectral***

El análisis biespectral es un método matemático que permite estudiar los trenes de ondas de la señal del EEG mediante las posibles interacciones entre las diferentes ondas sinusoidales. A diferencia del análisis de Fourier que mide la fase de las frecuencias, el análisis biespectral mide la correlación de la fase entre las diferentes frecuencias obtenidas.

El significado fisiológico en un modelo simple cuanto mayor sea la relación de fase, menor será el número de neuronas marcapaso en el EEG y en anestesia esto se asociaría a estados más profundos de hipnosis. El análisis biespectral cuantifica la relación entre los diferentes componentes sinusoidales del EEG, mide la relación entre los sinusoides a dos frecuencias primarias y un componente de modulación a una frecuencia igual a la suma de las frecuencias primarias. El biespectro  $B(f_1 f_2)$  se calcula multiplicando tres valores complejos, el valor de las frecuencias primarias por el valor del conjugado de la frecuencia-modulación. El resultado es el determinante fundamental del análisis biespectral.



## **2) Índice biespectral (BIS)**

El índice BIS (Aspect Medical Systems, USA) se ha definido mediante el análisis biespectral del EEG de un gran número de pacientes durante diferentes tipos de anestesia general.

En el BIS el EEG digitalizado es filtrado para eliminar interferencia de alta y baja frecuencia dividido en intervalos de 2 segundos. El parpadeo, la actividad muscular y otras señales eléctricas son eliminadas. Se analiza el EEG basal y se elimina el voltaje contaminante. El BIS es un índice derivado que depende de la medida de la coherencia entre los componentes de la electroencefalografía cuantitativa.

El parámetro derivado del análisis biespectral y que es utilizado por el BIS es la sincronización rápido-lenta que se define como el logaritmo del cociente entre la suma de todos los picos del biespectro entre 0.5 a 47 Hz y la suma del biespectro en el área de 40 a 47 Hz.

Para definir el índice BIS, se utilizan cuatro componentes del EEG:

- Índice beta (relación  $\log$  30-47 Hz/11-20Hz).
- Sincronización rápida-lenta (relación  $\log$  biespectros 0.5 - 47Hz/40-47Hz).
- Tasa de brotes de supresión.
- Tasa de brotes de casi supresión.

El número BIS se obtiene de la suma de la tasa de ráfaga supresión, índice de supresión, sincronización rápida-lenta e índice beta a los que se aplica un modelo estadístico multivariado y se combina utilizando una función no lineal.

Los brotes de supresión son períodos de actividad del EEG con bajo voltaje o isoelectrícos (voltaje  $< 5$  mV) con una duración de al menos 0.5 segundos, que se alternan con períodos de voltaje normal. Pueden ser provocados por una anestesia profunda u otras situaciones de baja actividad cerebral como la hipotermia o la isquemia cerebral. Con los registros de gran cantidad de pacientes despiertos y anestesiados, asociados a los signos clínicos y a los datos farmacocinéticos, se han

realizado análisis multivariantes que han permitido desarrollar un algoritmo que define el índice BIS.

Este índice BIS se expresa en un valor numérico adimensional de 0 a 100, y tiene una buena correlación con la profundidad hipnótica (100 = despierto, 0 = anestesia muy profunda).

Aunque algunos autores han calculado la probabilidad de que el paciente pierda y recupere la conciencia con determinados niveles de BIS, lo correcto no es dar valores absolutos, sino rangos de respuesta. Se considera que un paciente está en un plano hipnótico adecuado cuando el BIS marca entre 60 y 40, aunque se han descrito grandes variaciones interindividuales para un mismo tipo de fármaco.

La interpretación de los valores del índice bispectral en la práctica de la anestesia es la siguiente:

- 100-80: Despierto. Respuesta a estímulos verbales
- 80-60: Despierto. Sedación. Respuesta a estímulos de poca intensidad
- 60-40: Profundidad anestésica ideal para evitar despertar transoperatorio
- 20-40: Plano anestésico profundo.
- 0-20: Supresión de actividad eléctrica
- 0: EEG plano. Plano anestésico en extremo profundo

La literatura sugiere que el uso del monitoreo BIS para guiar la administración de la anestesia general, además de reducir la incidencia del despertar transoperatorio, reduce el gasto y dosis de anestésicos, los efectos colaterales de éstos al sobredosificarse y los efectos colaterales asociados a la excesiva profundidad anestésica, así como la disminución en los tiempos de estancia en las salas de recuperación postanestésica.

En un estudio reciente se demostró que en anestesia total intravenosa a base de propofol y remifentanil, la titulación de la infusión de propofol con el BIS redujo el consumo de éste, así como sus concentraciones plasmáticas, con un buen control de la respuesta hemodinámica y neuroendocrina. La efectividad del BIS para

monitorizar la profundidad anestésica y disminuir el riesgo de despertar transoperatorio ha sido validada por dos estudios. Ekman comparó un grupo prospectivo de 4,945 enfermos monitorizados con BIS, con un control histórico de 7,826 enfermos que no fueron monitorizados con ningún tipo de estudio neurofisiológico. En el grupo monitorizado con BIS, el despertar transoperatorio se redujo en un 78%.

En el estudio B-Aware, se llevó a cabo una investigación multicéntrica, prospectiva, aleatorizada y doble ciego que compara dos grupos de alto riesgo. Un grupo de 1,225 enfermos fue monitorizado con BIS, el otro que incluyó 1,238 no recibió ningún tipo de monitoreo. En el grupo de BIS la frecuencia de despertar transoperatorio fue del 0.17% contra 0.91% del grupo control. Estos resultados muestran una reducción del 82% del despertar transoperatorio en el grupo BIS. En una publicación que recopila 8700000 casos de anestias monitoreadas con BIS, se reportan 103 casos de probable despertar transoperatorio, de los 49 casos confirmados, todos tenían cifras de BIS por arriba de 60, lo que traduce que se encontraban en un plano superficial de anestesia.

La monitorización del BIS se ha validado como medida de hipnosis en adultos y niños mayores de un año. Ha sido utilizada fundamentalmente en anestesia, y se considera que el rango óptimo de sedación profunda para cirugía se encuentra entre 40 y 60. Recientemente su uso se ha ampliado a los adultos críticos. Su empleo en niños es todavía incipiente, aunque algunos estudios ya han demostrado su utilidad durante la cirugía y en pacientes ingresados en la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátrica

## 2.23. MONITORIZACIÓN CSM

El monitor está destinado a la monitorización del estado hipnótico del cerebro mediante la adquisición de señales EEG del paciente anestesiado o sedado en todas las áreas del ámbito hospitalario.

El monitor es una herramienta de medida no invasivo para uso por parte de un profesional debidamente entrenado para medir el nivel de consciencia durante la

anestesia general y la sedación mediante el análisis de las variaciones en el contenido frecuencial del EEG espontáneo. Basado en este principio, el monitor calcula el Cerebral State Índex (CSI), que se utiliza para estimar el nivel de conciencia del paciente (25, 27).

### ***Principio de Operación***

La señal EEG se recoge por medio de un amplificador de instrumentación con Rechazo de Modo Común alto para asegurar una adquisición de alta calidad. Los efectos de los artefactos en el CSI se eliminan mediante algoritmos especiales. El funcionamiento del CSI se basa en el análisis del contenido frecuencial de la señal EEG.

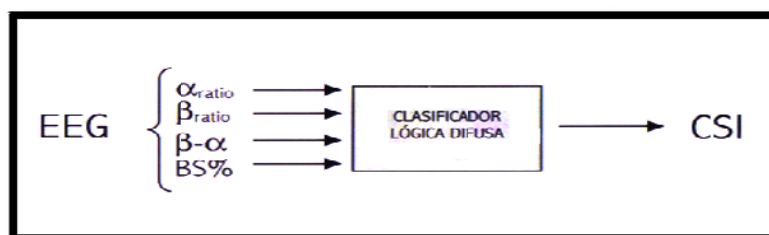
La energía del EEG se evalúa en bandas frecuenciales específicas. Estas se utilizan para definir dos relaciones de energía denominadas alfa ratio(a) y beta ratio (P). Ambos valores cuantifican el desplazamiento de energía desde las altas a las bajas frecuencias durante la anestesia. La relación entre estas dos cantidades también es analizada como un parámetro independiente. (27)

$$\alpha_{ratio} = \ln \frac{E_{30-42.5Hz}}{E_{6-12Hz}}$$

$$\beta_{ratio} = \ln \frac{E_{30-42.5Hz}}{E_{11-21Hz}}$$

El monitor también calcula el valor instantáneo de supresión del EEG (BS%) en cada período de 30 segundos.

Estos cuatro parámetros se utilizan como entradas de un sistema clasificador de lógica difusa que se encarga de calcular el Cerebral State Índex (CSI). (27)



### **La Escala CSI**

El CSI se representa en una escala adimensional de 0 a 100, donde el valor 0 indica EEG "plano" y el valor 100 indica actividad EEG correspondiente al estado despierto.

El rango de anestesia adecuado recomendado está entre 40 y 60. Todos los valores de la tabla son aproximados y basados en los valores medios del comportamiento de los pacientes. (25, 27)

CSI	Estado
100	Despierto
	Sedado
80	
	Anestesia superficial
60	
	Anestesia quirúrgica
40	
	Anestesia profunda
0	EEG "plano"

La presencia de tono muscular facial (EMG) puede aumentar el valor del CSI durante la anestesia superficial. El CSM incorpora un filtro de EMG que elimina la mayor parte de la actividad potencial de interferencia muscular. La barra de EMG en la parte derecha de la pantalla muestra la energía del nivel EMG en la banda de frecuencias 75-85Hz (escala log 0-100).

Es de esperar que un paciente despierto muestre actividad EMG. En el paciente dormido, la actividad EMG puede aumentar debido a:

- Reacciones reflejas a estímulos quirúrgicos.
- Falta de relajación muscular.
- Rigidez causada por algunos opioides (analgésicos).
- Presencia de campos eléctricos externos (diatermia, etc.)

Es importante vigilar el valor de la barra EMG, especialmente en caso de un aumento repentino del CSI. Si el aumento en el CSI se acompaña de un aumento en la actividad muscular, existe el riesgo de que el EMG esté causando una interferencia. Cuando esto sucede se debe prestar especial atención a los estímulos que recibe el paciente. En presencia de actividad EMG no relacionada con la hipnosis, la administración de un relajante muscular hará que el CSI disminuya. El CSI es una valiosa herramienta para el manejo anestésico de pacientes bajo los efectos de relajantes musculares, los cuales no pueden manifestar movimiento como signo de conciencia (27).

## 2.24. SITUACIONES QUE REQUIEREN MAYOR CANTIDAD DE ANESTESIA

Muchos anestésicos generales podrían ocasionar tolerancia a largo plazo a los anestésicos posteriores.

El alcoholismo crónico, hipernatremia y la hipertermia aumentan la concentración alveolar mínima.

Los fármacos que aumentan las catecolamina del sistema nervioso central, como los inhibidores de la monoaminoxidasa, antidepresivos tricíclicos, cocaína y anfetaminas, también aumentan la concentración alveolar mínima de los anestésicos inhalables (15).

Toma de decisiones en el transoperatorio (11)		
Transoperatorio	BIS	Tratamiento
Aumento TA, FC o respuesta autonómica o somática	> 65	Aumentar hipnosis y analgesia, identificar estímulo quirúrgico
Estable	> 65	Artefacto o aumentar hipnosis
HipoTA o inestabilidad	> 65	Tratar HipoTA, disminuir anestésico
Aumento TA, FC o respuesta autonómica o somática	50 – 65	Aumentar analgesia, mantener hipnótico, mejorar relajación muscular, antihipertensivo
Estable	50 – 65	Situación óptima
HipoTA, inestabilidad	50-65	Tratar HipoTA, disminuir anestésico
Aumento TA, FC o respuesta autonómica o somática	< 45	Disminuir hipnosis, profundizar anestesia, antihipertensivo
Estable	< 45	Disminuir hipnótico, valorar disminuir anestésico
HipoTA, inestabilidad	< 45	Tratar HipoTA, disminuir anestésico e hipnótico

Fuente: Despertar transoperatorio y análisis biespectral. Carrillo-Esper R y cols. Revista Mexicana de Anestesiología Volumen 30, No. 2, abril-junio 2007

## 2.25. SECUELAS DE LA CONCIENCIA TRANSOPERATORIA

Debido a que pocos pacientes se quejan de manera espontánea de haber estado conscientes durante la operación, es frecuente que se pasen por alto algunos informes.

Se observan quejas de temor, enojo, tristeza o simplemente una sensación de que algo "no está bien". Investigar las referencias de recuerdos sobre la conversación transoperatoria, dolor, debilidad, parálisis o intubación para establecer su validez.

Algunos casos se pueden manifestar meses o años después de la operación en forma de trastorno postraumático. Los síntomas del trastorno postraumático son recuerdos momentáneos o pesadillas, conductas de evitación, aturdimiento emocional, preocupación por la muerte y excitabilidad.

## 2.26. VALORACIÓN POSTOPERATORIA

Se recomienda una entrevista sencilla para el postoperatorio por parte del anestesiólogo que incluiría preguntas tales como: Qué fue lo último recordado antes de quedarse dormido, lo primero recordado al despertarse, si puede recordar algo entre los dos períodos y si tuvo algún sueño durante la cirugía. Esta intervención elemental permitiría una identificación rápida y tomar las medidas adecuadas, por ejemplo una evaluación psicológica y seguimiento a tiempo (14).

En el postoperatorio deberá de hacerse una valoración de acuerdo al modelo de Brice para detectar un probable caso de despertar transoperatorio, sobre todo en aquellos pacientes que tengan uno o varios factores de riesgo. Las preguntas que incluye la entrevista estructurada de acuerdo al modelo de Brice son:

- ¿Qué es lo último que recuerda antes de haberse dormido?
- ¿Qué es lo primero que recuerda al despertar?
- ¿Recuerda algo desde que se durmió hasta que se despertó?
- ¿Tuvo algún sueño durante el procedimiento?
- ¿Qué fue lo peor de su intervención?

Los recuerdos que se han relacionado con el despertar transoperatorio incluyen: Ruidos, voces, palabras concretas, tacto, sensaciones visuales, ensoñaciones, pesadillas.

La primer entrevista deberá realizarse en la sala de recuperación postanestésica y se recomienda una segunda entre el primero y séptimo día (11).

Las acciones a seguir ante un enfermo en riesgo o que ha presentado despertar transoperatorio son las siguientes (11):

1. Determinar qué pacientes presentan mayor riesgo. Obesidad, narcóticos, uso crónico de hipnóticos, sedantes y alcoholismo.
2. Estar atentos a situaciones asociadas con el problema que son reportadas en la literatura. Inestabilidad cardiovascular y anestesia superficial.
3. Prestar atención a cirugías que puedan asociarse con despertar como revascularización coronaria, cesárea, politrauma.
4. Informar al paciente, con anticipación, la probabilidad de que se presente el problema, en especial en aquellos individuos susceptibles. Dejar consentimiento informado en la historia.
5. Administrar agentes inhalatorios a una concentración mínima de 0.8 CAM.
6. Examinar meticulosamente la máquina de anestesia y en el transoperatorio vigilar la concentración espirada de agentes inhalatorios.
7. Ante una intubación difícil, revalorar las dosis de agentes inductores endovenosos, para aplicar suplementos si es el caso.
8. Los opioides, en dosis convencionales, no son agentes anestésicos y las técnicas balanceadas deben suplementarse con agentes inhalatorios potentes o infusión de otros agentes endovenosos.
9. Asegurarle al paciente que si llegara a despertarse bajo anestesia, el anestesiólogo estaría en capacidad de darse cuenta y manejar la situación rápidamente.
10. Si durante el curso de una anestesia general, se percibe que el paciente está despierto, se sugiere comunicarse con él, preguntándole si lo escucha y si tiene o no dolor.



11. Si el despertar y la recordación ocurrieron, tratar de dar al paciente una oportunidad de discutir exactamente qué fue lo que pasó.
12. Escuchar al paciente, no estar a la defensiva.
13. Utilizar un acercamiento lo más equilibrado al paciente, aceptando su validez y tratando de dar una explicación a lo ocurrido.
14. Por otro lado, las sugerencias positivas en el acto quirúrgico, pueden tener efectos benéficos, como por ejemplo: Acortamiento de la estancia hospitalaria, deambulacion precoz, disminucion de dolor, náuseas y vómito e incluso mejoría o aceleración en la cicatrización de la herida quirúrgica

## 2.27. ¿CÓMO SE DEBE TRATAR A LOS PACIENTES QUE EXPERIMENTARON CONCIENCIA TRANSOPERATORIA?

Cuando se identifica un caso de conciencia, ya sea por parte del personal o durante la entrevista postoperatoria, se deben tomar varias medidas inmediatas.

Establecer la validez de la referencia al comparar los detalles que refiere el paciente con los hechos transoperatorios.

Valorar el momento de cualquier recuerdo de dolor, ya que los pacientes a veces confunden el dolor postoperatorio con el transoperatorio.

Interrogar a los pacientes en forma compasiva y creer en sus referencias. Se debe registrar la descripción detallada de la entrevista y los hallazgos en la historia clínica.

Referir rápidamente al paciente con un psicólogo o psiquiatra entrenado en el tratamiento de trastornos postraumáticos

## 2.28. PREVENCIÓN

Antes de la operación, el anestesiólogo debe practicar una revisión completa de la maquina

Los fármacos amnésicos, como las benzodiazepinas o la escopolamina, son útiles cuando se usan como medicamentos previos o como coadyuvantes de la anestesia.

Las dosis adicionales de sustancias inductoras durante las intubaciones prolongadas o difíciles ayudan a garantizar grados anestésicos adecuados.

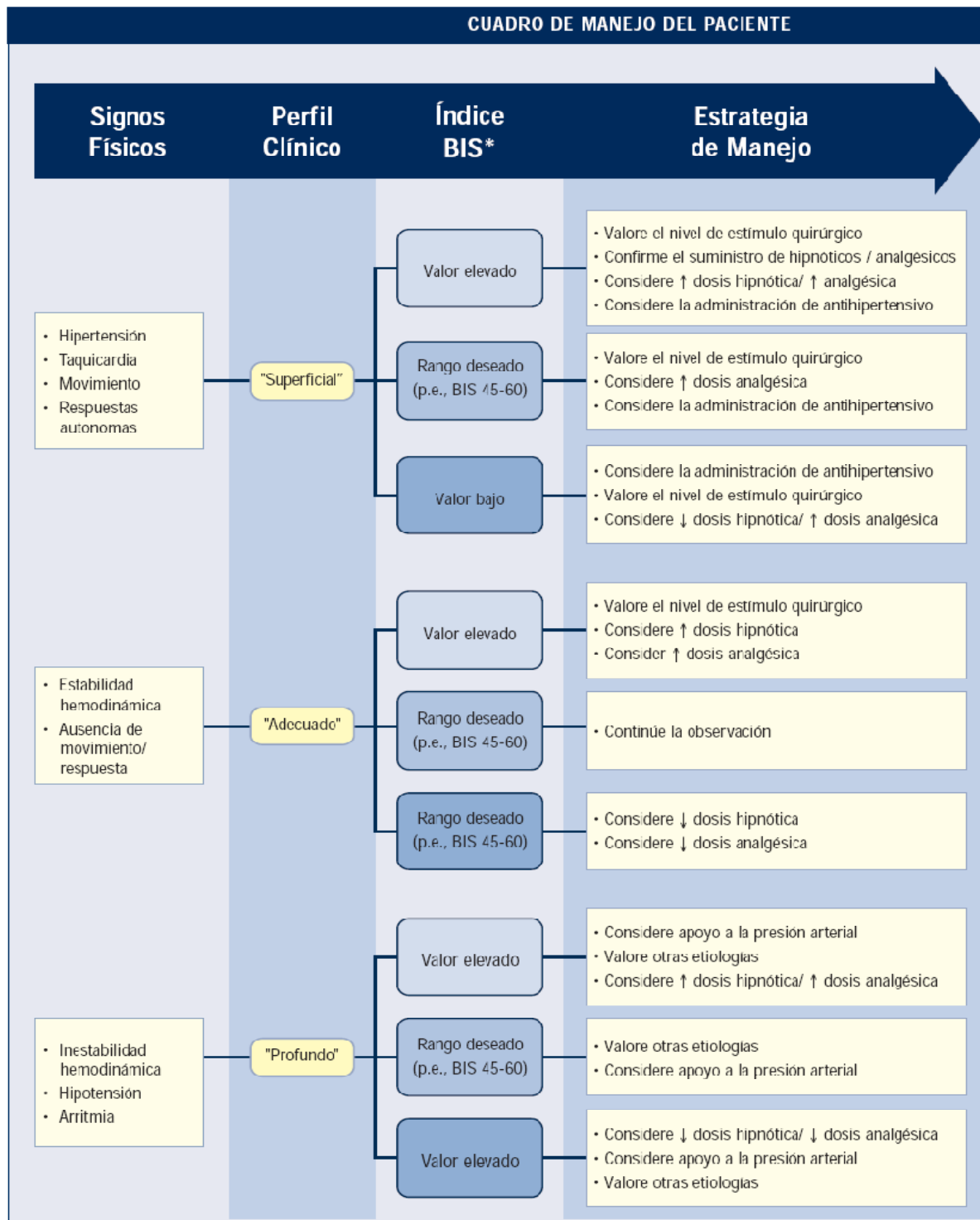
Durante la operación, se deben evitar los relajantes musculares, a menos que sean necesarios por las circunstancias quirúrgicas.

El óxido nitroso y los opiáceos solos o en combinación son poco confiables para prevenir la conciencia y se deben complementar con agentes volátiles o intravenosos.

Las sustancias volátiles se deben administrar a 0.8 de la concentración alveolar mínima, por lo menos, cuando se usen como anestésico único.

Por último, dado el efecto potencial del estímulo auditivo en los resultados postoperatorios, se deben evitar comentarios negativos o implantar el uso de audífonos o tapones auriculares durante la anestesia, lo cual tiene cierto valor para prevenir los recuerdos explícitos e implícitos.

## ALGORITMO DE LA ASA PARA MANEJO DEL PACIENTE (28)



## 2.29. VALORACIÓN DEL ESTADO FÍSICO SEGÚN EL ASA (2)

De acuerdo a la clasificación de la A.S.A. (Sociedad Americana de Anestesia)

- CLASE 1: Paciente normal, salvo su patología quirúrgica por la que va a ser sometido a cirugía
- CLASE 2: Paciente con alteración general MODERADA por enfermedad general o trastorno quirúrgico que se va a someter a cirugía.
- CLASE 3: Paciente con alteración general INTENSA por enfermedad general o trastorno quirúrgico que va a ser intervenido.
- CLASE 4: Alteración general que AMENAZA la vida del paciente que se va a someter a cirugía.
- CLASE 5. Paciente MORIBUNDO que con o sin anestesia fallecerá en las veinte y cuatro horas siguientes.
- CLASE 6. Paciente del cual se tomarán órganos para trasplantes.
- RIESGO U o E: Se utiliza en pacientes que vienen directamente en estas condiciones.

## **CAPÍTULO III**

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

- Realizar la medición de la profundidad anestésica y memoria mediante el monitor de estado cerebral (CSM X06™) durante la inducción y el mantenimiento de anestesia general.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar a través del monitor de estado cerebral la profundidad anestésica de los pacientes intervenidos bajo anestesia general balanceada durante la inducción y el transoperatorio.
- Determinar a través de un test de memoria el número de pacientes que tienen recuerdo del período de inducción y del transoperatorio.

## **CAPÍTULO IV**

### **4. METODOLOGÍA**

#### **4.1. TIPO DE ESTUDIO**

Es un estudio descriptivo que pretende medir la profundidad anestésica y el estado de hipnosis con la utilización del monitor de estado cerebral en pacientes intervenidos bajo anestesia general balanceada.

#### **4.2. UNIVERSO**

Todos los pacientes sometidos a cirugía con anestesia general en los quirófanos del Hospital José Carrasco Arteaga del IESS de la ciudad de Cuenca

#### **4.3. MUESTRA**

Se tomo una muestra propositiva que fue recolectada en seis meses y estimada en 120 pacientes considerando que el hospital José Carrasco tiene un promedio de 300 cirugías por mes de las cuales aproximadamente el 40% son bajo anestesia general y realizadas en cinco salas quirúrgicas. El acceso a los procedimientos no sería mayor del 80% de la frecuencia estimada sumado al hecho que disponemos de un solo monitor.

#### **4.4. VARIABLES**

Por la naturaleza del diseño se consideraron únicamente variables dependientes. Estas fueron: edad, sexo, instrucción, ocupación, talla, peso, IMC, procedimiento quirúrgico, tiempo anestésico, índice del CSM, signos clínicos del nivel de anestesia, y memoria.

#### **4.5. CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

- Firma del consentimiento informado para el procedimiento anestésico
- Pacientes de 18 a 60 años.
- Varones o mujeres.
- Paciente ASA I – II.
- Pacientes sometidos a cirugía planificada

#### **4.6. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN**

- Pacientes con alteraciones psiquiátricas
- Pacientes con dificultades en la comunicación por lenguaje o audición
- Pacientes bajo tratamiento con psicofármacos

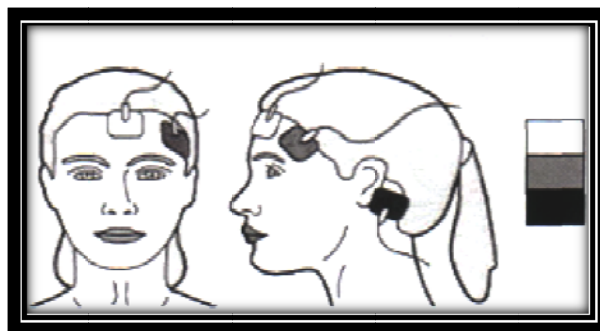
#### **4.7. PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS**

1. Se consiguió la aprobación del Comité de Bioética del Hospital José Carrasco y del Comité de Ética de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Cuenca.
2. El día previo a la cirugía se realizó una visita pre anestesia a los pacientes para darles a conocer el procedimiento anestésico a seguir y determinar si son elegibles para el estudio; en caso positivo, se obtuvo la firma de la carta de consentimiento informado.
3. Seleccionamos los pacientes ASA I – II para anestesia general que se intervinieron en los quirófanos del HJCA.
4. A ningún paciente se le administro medicación pre anestésica.

5. Previo al inicio de la inducción se colocaron los electrodos para la monitorización con el CSM X06 y se los mantuvo durante todo el procedimiento quirúrgico
6. El manejo anestésico se estandarizo con anestesia general balanceada
7. Intubación oro traqueal o naso traqueal.
8. El grupo de pacientes recibió el mismo procedimiento anestésico basado en:
  - Inducción con:
    - Tiopental 3- 5 mg/kg.
    - Remifentanil 0.5 µg/kg/h
    - Bromuro de Rocuronio 0.6 mg/kg.
    - Sevoflurane al 3%.
  - El mantenimiento de la anestesia se lo realizo con:
    - Remifentanil 0.3 ug/kg./h dependiendo de las respuestas hemodinámicas del paciente.
    - Sevoflurane al 1%
    - Oxígeno a 2 litros/minuto.
9. Se determino la frecuencia cardiaca, tensión arterial y saturación de oxígeno al momento de la intubación.
10. Posterior al procedimiento quirúrgico, en la sala de recuperación, cuando el paciente ya estaba orientado en tiempo, lugar y persona, se valoro la memoria explícita por medio de un cuestionario de tres preguntas ¿Recuerda o escucho algo durante la operación? ¿Tuvo algún sueño (agradable-desagradable) mientras duro la operación? Si No ¿Qué recuerda, escucho o soñó? El mismo procedimiento se realizo a las dos y seis horas posteriores al procedimiento quirúrgico.
11. Preparación de la piel y colocación de los electrodos



- Se limpia y frota la piel para asegurar una impedancia baja en los electrodos. Se recomienda utilizar agua y jabón suave como limpiadores.
- No se recomienda la utilización de alcohol para limpiar la piel; éste deja una película que puede incrementar la impedancia de los electrodos. Si se utiliza alcohol, permita un tiempo de secado de 30 segundos.
- El frotado de la piel utilizando un paño seco, gasa o producto especial de preparación de la piel ayuda a remover la capa de piel no conductora.
- La posición en que se deben colocar los electrodos se muestra abajo. Se recomienda colocar los electrodos en áreas de la cabeza con pocas fibras musculares para lograr una señal de la más alta calidad.



Mitad de la frente  
Lado izquierdo de la frente  
Mastoides izquierdo

#### 4.8. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Una vez recopilada la información se ingresó en una base de datos de un software estadístico de computadora el SPSS™ versión 15.0 en español para Windows™ y se procesó la información con estadística descriptiva.

Las variables discretas fueron manejadas en número de casos (n) y sus porcentajes (%) y las variables continuas en promedio  $\pm$  desviación estándar ( $X \pm SD$ ).

Para ciertas comparaciones de relevancia para el estudio se introdujeron elementos estadísticos inferenciales como la prueba de ji cuadrado sin que por este se modifique el diseño del estudio.

#### **4.9. PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS**

Según la relevancia del dato los resultados se presentan en tablas y gráficos recomendados por la metodología.

Se consideraron significativas los valores de  $P < 0.05$ .

## **CAPÍTULO V**

### **5. RESULTADOS**

#### **5.1. CUMPLIMIENTO DEL ESTUDIO**

Se recopiló la información completa de 120 pacientes durante los seis meses del estudio según el cronograma propuesto en el protocolo de investigación.

El análisis se realiza sobre este número de pacientes en los que se encontró:

## 5.2. CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA

Tabla 1

Distribución, según variables demográficas, de 120 pacientes intervenidos quirúrgicamente bajo anestesia general en los que se midió la profundidad anestésica y la memoria durante la inducción y el período transanestésico. Hospital José Carrasco, Cuenca 2008.

Variable	Pacientes N = 120	%
<b>Grupos de edad</b>		
18 a 30 años	38	31,7
31 a 45 años	29	24,2
46 a 60 años	53	44,2
<b>Instrucción</b>		
Analfabeto	2	1,7
Primaria	20	16,7
Secundaria	47	39,2
Superior	51	42,5
<b>Ocupación</b>		
Empleado	59	49,2
Profesional	27	22,5
Obrero	3	2,5
QQDD	9	7,5
Agricultor	12	10,0
Jubilado	10	8,3
<b>Sexo</b>		
Femenino	67	55,8
Masculino	53	44,2
<b>Estado civil</b>		
Casado	79	65,8
Divorciado	5	4,2
Soltero	27	22,5
Viudo	9	7,5
<b>Índice de Masa Corporal</b>		
Peso bajo	7	5,8
Normal	56	46,7
Sobrepeso	45	37,5
Obesidad	12	10,0

El promedio de edad de la muestra fue de  $40,8 \pm 14,1$  años entre un mínimo de 18 y un máximo de 60 años.

El peso promedio fue de  $64,7 \pm 9,6$  kg entre un mínimo de 40 y un máximo de 100 kg.

El promedio de la talla fue de  $1,59 \pm 0,06$  m entre un mínimo de 1,45 y un máximo de 1,90 m.

Tabla 2

Distribución, según laringoscopia con el test de Mc Cormack Lehane y procedimiento quirúrgico, de 120 pacientes intervenidos quirúrgicamente bajo anestesia general en los que se midió la profundidad anestésica y la memoria durante la inducción y el período transanestésico. Hospital José Carrasco, Cuenca 2008.

	Pacientes N = 120	%
<b>Test de Mc Cormack Lehane</b>		
I	51	42,5
II	65	54,2
III	4	3,3
<b>Cirugía</b>		
Abdominal	24	20,0
Cole-lap	57	47,5
Cuello	7	5,8
Ginecológica	2	1,7
O.R.L	10	8,3
Torácica	3	2,5
Traumatológica	11	9,2
Urología	6	5,0

Tabla 3

Dosis por kilogramo de peso de inductor anestésico y relajante muscular en 120 pacientes intervenidos quirúrgicamente bajo anestesia general en los que se midió la profundidad anestésica y la memoria durante la inducción y el período transanestésico. Hospital José Carrasco, Cuenca 2008.

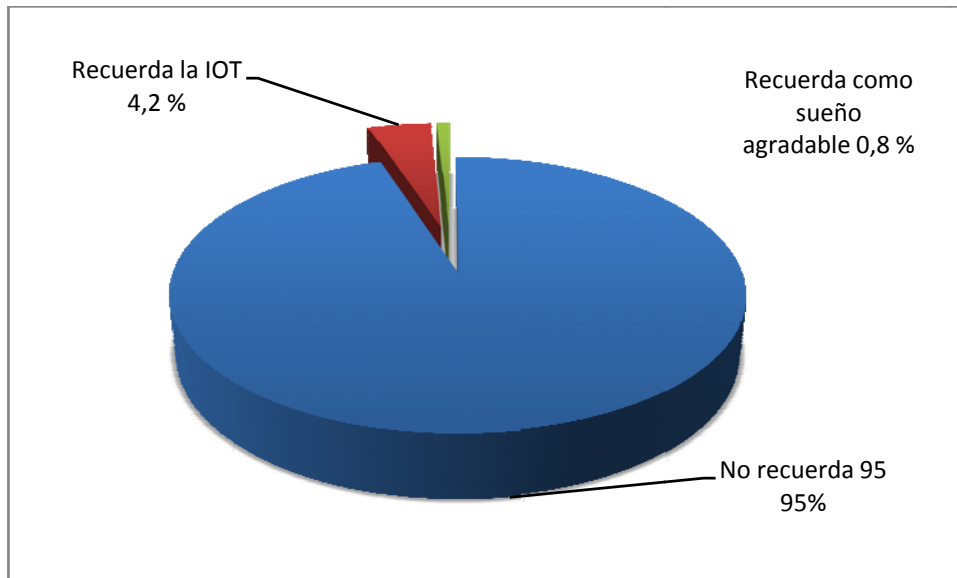
	<b>Pacientes N = 120</b>	<b>%</b>
<b>Tiopental</b>		
3 mg/kg	10	8,3
5 mg/kg	110	91,7
<b>Bromuro de Rocuronio</b>		
0,6 mg	120	100

La dosis promedio de tiopental sódico fue de  $259,7 \pm 40,9$  mg entre un mínimo de 150 y un máximo de 350 mg.

El bromuro de rocuronio fue usado en una dosis promedio de  $30,7 \pm 3,4$  mg entre un mínimo de 20 mg y un máximo de 50 mg.

Gráfico 1

Distribución porcentual, según recuerdo del procedimiento anestésico, de 120 pacientes intervenidos quirúrgicamente bajo anestesia general en el Hospital José Carrasco. Cuenca 2008.

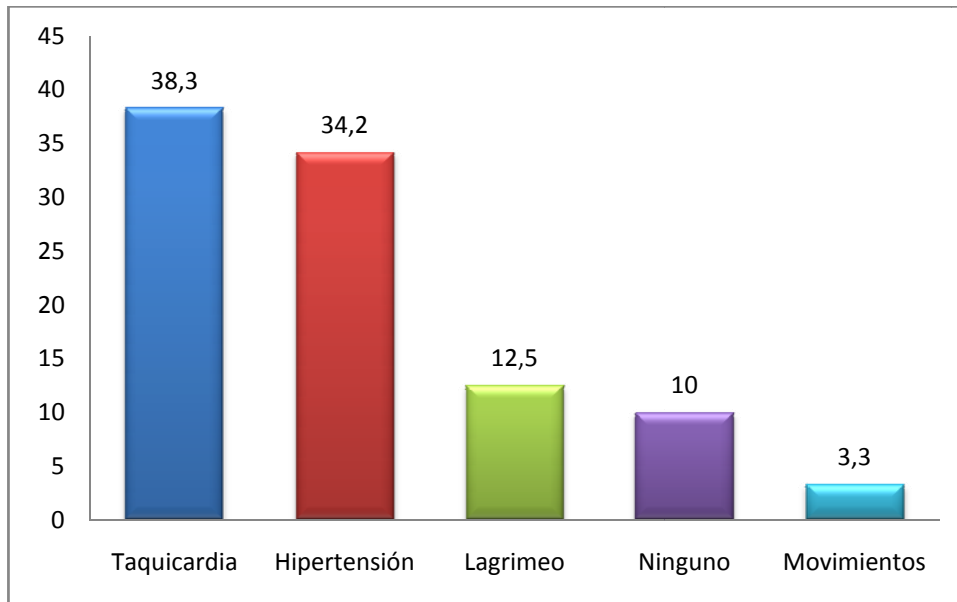


En el 95% de los casos ( $n = 114$ ), no se reportó ningún tipo de recuerdo; el 4,24% ( $n = 5$ ) reportó el recuerdo del momento de la intubación orotraqueal (IOT) como algo desagradable.

Un paciente ( $n = 0,8$ ) refirió que durante el acto transanestésico tuvo un sueño agradable con su hijo.

Gráfico 2

Distribución porcentual, según signos de superficialidad anestésica, de 120 pacientes intervenidos quirúrgicamente bajo anestesia general en el Hospital José Carrasco. Cuenca 2008.



El 38,6% (n = 46) de los casos presentó taquicardia, el 34,2% (n = 41) cursó con hipertensión; el 12,5% (n = 15) presentó lagrimeo; se advirtieron movimientos transanestésicos en el 3,3% (n = 4) y en el 1,7% (n = 2) de pacientes existió sudoración. Todos estos son considerados como signos de anestesia superficial.

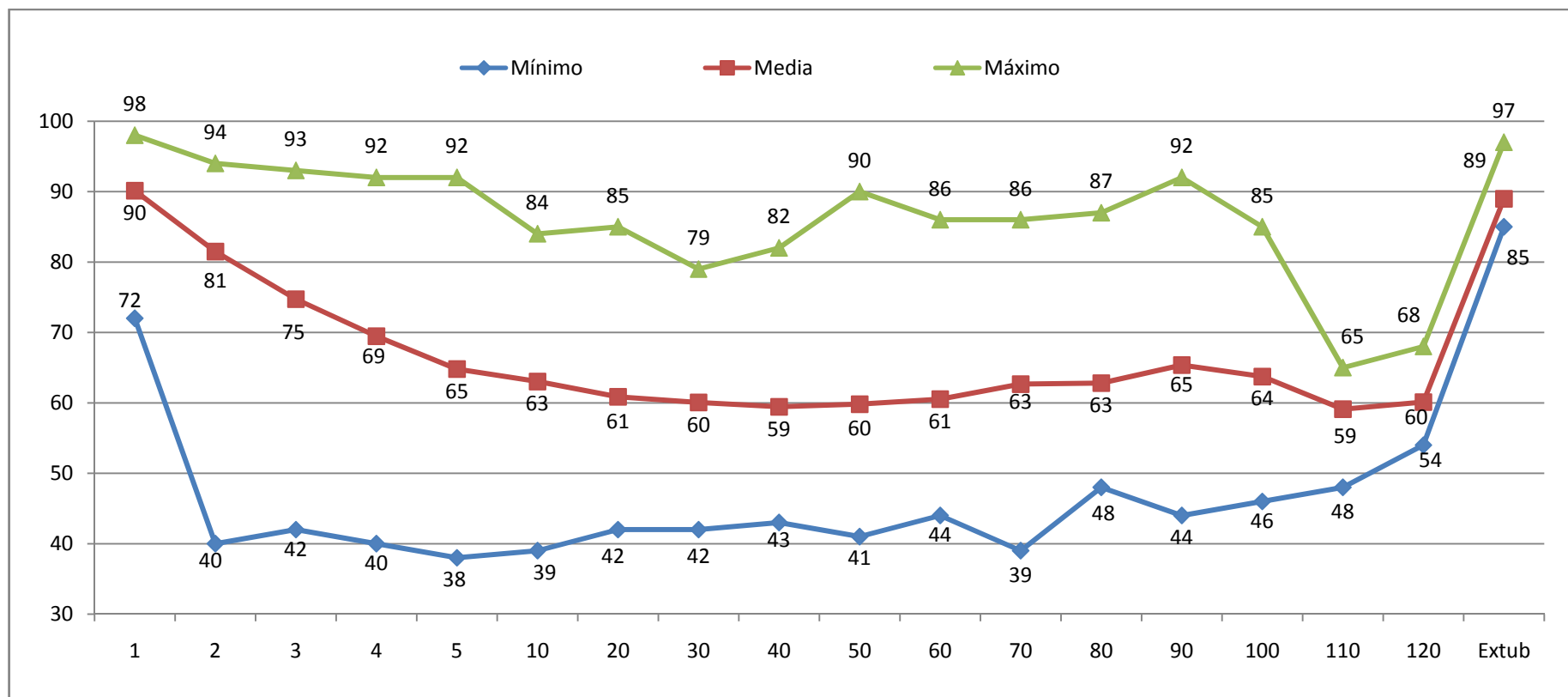
El 10% (n = 12) no presentó signos de anestesia superficial.



### 5.3. PROFUNDIDAD ANESTÉSICA SEGÚN EL CEREBRAL STATE MONITOR

Gráfico 3

Polígono de frecuencias de la profundidad anestésica medida por el CSM\* en promedios a intervalos de 1 min durante los primeros 5 min luego cada 10 min en 120 pacientes bajo anestesia general en el Hospital José Carrasco, Cuenca, 2008.



\* Cerebral State Monitor™

Durante los cinco minutos del período de inducción los valores promedio del CSM disminuyeron un 25%, del 90% al 65%.

En el período transanestésico las fluctuaciones no fueron mayores del 6%, oscilaron entre un máximo de 65% y un mínimo de 59%. Ningún valor estuvo por debajo de 50%.

Los valores mínimos estuvieron entre 39% y 46%, en ningún intervalo, medido cada 10 minutos, fueron mayores a 48%.

Los valores máximos tuvieron fluctuaciones mayores. Entre 84% y 92%. Nunca por debajo del 79% por lo menos durante los 100 minutos de cirugía bajo anestesia general.

#### 5.4. RECUERDO DURANTE LA INDUCCIÓN Y EL PERÍODO TRANSANESTÉSICO

Tabla 4.

Particularidades de 6 pacientes de un grupo de 120 que recordaron el procedimiento anestésico durante cirugía programada bajo anestesia general balanceada Hospital José Carrasco, Cuenca, 2008.

Edad	Sexo	Estado civil	Cirugía	Dosis tiopental	Mc Cormack	CSM*	Signos de superficialidad	Período
23	M	Casado	Cole – Lap	3 mg/kg	II	90,0 ± 4,1	Taquicardia	IOT
41	M	Casado	ORL	3 mg/kg	III	87,8 ± 5,0	Lagrimo Movimientos Taquicardia	IOT
54	M	Casada	Urológica	3 mg/kg	II	85,8 ± 1,1	No	IOT
54	M	Casado	Urológica	3 mg/kg	II	90,4 ± 3,8	Movimientos Taquicardia Hipertensión	IOT
60	M	Viudo	Traumatológica	3 mg/kg	II	73,2 ± 11,3	Taquicardia	IOT
22	F	Casada	Abdominal	5 mg/kg	I	75,0 ± 9,6	No	Transanestésico

\* Cerebral State Monitor™

Los valores representan promedio ± desviación estándar

## **CAPÍTULO VI**

### **6. DISCUSIÓN**

El despertar y la recordación de eventos que ocurren bajo los efectos de la anestesia general, hoy en día representa un tema de actualidad, de interés común a los anestesiólogos en virtud del aumento en el número de demandas que se incrementan en forma importante y por otra parte, deja en el paciente consecuencias desagradables de difícil cuantificación en la esfera psíquica.

El rango de conciencia durante anestesia va desde recordación vaga de haber estado completamente despierto, sin dolor, a sensación de dolor intenso e inhabilidad, por parálisis, para comunicarse con alguien. Particularmente hay recordación de conversaciones o aspectos que son de naturaleza negativa para ellos, o de su condición médica.

La evaluación transoperatoria de la actividad del sistema nervioso central (SNC) puede llevarse a cabo con el uso de índice biespectral, potenciales evocados auditivos, sombra espectral y CSM, como coadyuvantes de la vigilancia durante los procedimientos anestésicos, a pesar de que han empleado numerosos métodos electrofisiológicos para determinar la profundidad de la hipnosis del estado de anestesia; sin embargo, estos procedimientos han demostrado ser superiores a otros previamente utilizados.

En octubre de 2005, la ASA, American Society of Anesthesiologists adoptó la "Guía Práctica para la Monitorización de la Conciencia Intraoperatoria y la Función Cerebral".

La aprobación de esta Guía por parte de la ASA destaca la creciente preocupación en relación con el despertar intraoperatorio y establece un papel importante para los monitores cerebrales en la práctica de la anestesia.

En el presente estudio se realizó el análisis de 120 pacientes en el Hospital “José Carrasco Arteaga” ASA I y II, que recibieron anestesia general balanceada, la cual fue administrada por los médicos anestesiólogos tratantes y la colaboración de los autores del presente estudio.

Las edades comprendían entre los 18 a 60 años con una media de 40,8 años, con una desviación estándar de  $\pm 14$ , que son datos que se correlacionan con los de estudios extranjeros, es así como López O y cols; realizado en el Hospital General de México la media de la muestra fue 44,6 años con pacientes ASA II.

Con relación al peso diremos que los pacientes estudiados tuvieron IMC de entre 17,7 a 37,18, con una media de 25,3 y una desviación estándar  $\pm 3,8$ ; por lo que el peso de los pacientes estudiados fue un factor predisponente para la presencia de “awareness” durante la intubación, ya que de los cinco pacientes que recordaron lo intubación tres de ellos tenían sobrepeso y dos obesidad. La Guía de la ASA para Reducir el Despertar Intraoperatorio” publicada en el 2005 manifiesta que la obesidad puede ser un factor de mayor riesgo para la presencia de despertar intraoperatorio.

La presencia de una vía aérea difícil, con un Mc\_ Cormack III – IV, según los estudios epidemiológicos realizados por Lubke y cols; sería un factor asociado a un despertar transanestésico; los datos del presente estudio, nos indican que de los seis pacientes con recuerdo transanestésico en un caso la laringoscopia tuvo una dificultad grado III, representando el 16,7% de los casos de recuerdo transanestésico.

Ekman y colaboradores midieron el impacto de la monitorización de la función cerebral en una serie de 4,945 pacientes consecutivos en un estudio clínico diseñado para examinar el valor de la monitorización en la atención clínica de rutina. El equipo de anestesia recibió instrucciones de mantener los valores entre un rango de 40 y 60 y de evitar valores mayores de 60 durante la inducción y el mantenimiento. Esta estrategia dio como resultado un beneficio significativo: la presencia de conciencia con recuerdo explícito fue del 0.04% (2 pacientes en los 4,945 tratados). Los autores señalaron: "Esta incidencia del despertar es la más

baja que se haya reportado en un estudio razonablemente grande que utilizó relajantes musculares”.

Esta tasa de incidencia representó una reducción del 77% cuando se le comparó con la presencia de conciencia previamente reportada y registrada por los mismos investigadores en una población similar de pacientes en estas instituciones.

Myles y colaboradores realizaron el estudio BAware para documentar la eficacia de la monitorización de la función cerebral en pacientes con un riesgo mayor de despertar. En este estudio prospectivo aleatorio, 2,463 pacientes fueron manejados ya sea en formas tradicionales de valoración preoperatoria, suministro de fármacos y la monitorización transoperatoria, o bien, se les proporcionó una atención similar con la adición de la monitorización de la función cerebral. La monitorización se inició antes de la inducción y el suministro de anestésicos fue titulado para mantener los valores entre 40 y 60 desde la laringoscopia hasta el cierre de la herida. Los resultados mostraron una reducción de casi cinco veces (82%) en la incidencia de conciencia, similar a los del estudio Ekman.

En cada estudio se registraron dos episodios de conciencia en pacientes a pesar del uso de la monitorización BIS.

En el presente estudio se encontró una proporción de incidencia de memoria durante el procedimiento anestésico del 6%; de los cuales deberíamos precisar que 5 pacientes, el 4,2% de del total de casos reportaron el recuerdo de la intubación, y de ellos el 100% se debió a que la dosis de inducción del tiopental fue calculada a 3mg/kg. Un paciente que representa el 0,8% a pesar de que las condiciones anestésicas fueron las optimas manifestó que durante el acto anestésico el presento un sueño agradable con relación a su hijo.

La media del valor del CSM en condiciones preanestésicas fue de 98. A pesar de que las condiciones hemodinámicas y de relajación muscular al momento de la inducción la medición del CSM dentro del primer minuto de inducción vario desde 98 como el valor más alto a 72, siguiendo con el protocolo del estudio se mantuvo la monitorización a los cinco minutos en el momento de la intubación los valores del

CSM vario desde 92 a 38 con una media de 63, durante el transanestésico la media del valor marcado por el CSM vario desde 59 a 65, sin que esto haya representado que los pacientes luego presentaron memoria del transanestésico. La extubación se realizó en todos los pacientes con un valor del CSM mayor de 85

Si bien es cierto el valor del CSM durante el mantenimiento anestésico es alto el estudio realizado por López y cols, en el Hospital General de México vario de 60 a 64 durante el transanestésico, sin que la incidencia de memoria en el postoperatorio inmediato y mediato sea mayor a la reportada por la literatura.

En otros estudios de González-Flores ML y cols., encontró que la incidencia de memoria fue del 3.2%; y en el estudio realizado por Ghonheim y cols., mencionan una incidencia del 4%.

## **CAPÍTULO VII**

### **7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **7.1. CONCLUSIONES**

- En conclusión diremos que la técnica de anestesia general balanceada usada en el HJCA a pesar de tener niveles hemodinámicos de encontrarse el paciente en un buen plano anestésico, no parece ser suficiente para obtener un nivel de profundidad anestésica óptima, sin que ello vaya a repercutir sobre la memoria transanestésica.
- En el presente estudio se presentaron seis casos de memoria explícita que represente el 6% de los casos estudiados; de los cuales en cinco pacientes el 4,2% el recuerdo que tenía presente era el momento de la intubación; habiendo sido utilizada la dosis de tiopental a 3mg/kg de peso.
- De acuerdo a nuestros resultados, la incidencia de conciencia durante la anestesia es un problema real que puede tener repercusiones en el estado psicológico del paciente, con la posible asociación de desórdenes psiquiátricos (terrores nocturnos, angustia, temor, alteraciones en el proceso de memoria de atención, aprendizaje), además de existir la posibilidad de riesgo de demandas médico- legales, tanto para el equipo quirúrgico como para la institución.
- Por lo tanto, es necesario contar con métodos más sensibles de vigilancia en los pacientes sometidos a procedimientos quirúrgicos con anestesia general, para prevenir cualquier riesgo de despertar transoperatorio y la presencia de memoria explícita o implícita.
- La evaluación de las funciones cerebrales debe ser obligatoria durante el acto anestésico en pacientes sometidos a cirugía en nuestra institución.



- Los términos de plano y profundidad anestésica han cambiado y en la actualidad debería ser “anestesia adecuada”, donde la hipnosis como componente fundamental de cualquier procedimiento anestésico debe ser vigilada al igual que los parámetros hemodinámicos habituales.
- Es obligación del médico anestesiólogo ofrecer al paciente una técnica anestésica que controle la respuesta al trauma, que brinde suficiente analgesia quirúrgica, que se racionalice el uso o no de relajantes musculares y mantener una hipnosis suficiente para que las funciones cerebrales superiores se mantengan en los límites suficientes para ofrecer un rango de seguridad para cada paciente.
- Diremos que el monitor CSM es una herramienta útil para poder conducir una anestesia general con un mejor control de su profundidad durante el transanestésico.

## **7.2. RECOMENDACIONES**

- En todo paciente que va a recibir anestesia general debe de vigilarse la profundidad anestésica con algún tipo de monitor de la actividad cerebral.
- La dosis del inductor anestésico debe de ser la adecuada para que el inicio del acto anestésico en especial la intubación esté libre de complicaciones. Con los resultados obtenidos diríamos que la dosis recomendada de tiopental debería de ser calculada a 5mg/kg de peso en todos los pacientes de no haber contraindicación para ello.
- En el mantenimiento anestésico en anestesia general balanceada el porcentaje de sevoflorane debería ser mayor al 1% para obtener una mejor profundidad anestésica. En casos de ser posible debería de monitorizarse la concentración del halogenado con la utilización de un analizador de gases para poder mantener un nivel de flujo mayor al 0,8 del CAM del anestésico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. [www.prodigyweb.net.mx/galaxis/conciencia\\_anestesia](http://www.prodigyweb.net.mx/galaxis/conciencia_anestesia) Cecilia Ursula Mendoza Popoca. American British Cowdray Medical Center
2. Anestesia Básica 2da ed. Dr. Jorge Barzallo 2004 Pg. 59-60
3. Kaupfermann I. Learning. In Kandell ER, Schwartz JH, eds. Principals of neural science. New York: Elsevier, 1985: 805.
4. Pocock G, Richards CD. Cellular mechanisms in general anesthesia. Br. J Anaesth 1991; 66: 116.
5. Koester F. Voltage - gated channels and the generation of the action potential. In Kandell ER, Schwartz JH, eds. Principals of neural science. New York: Elsevier, 1985: 75.
6. Herbert Spencer. Rev. Clínica los Condes. Aneste Chile 2000 Vol. 23 N°1
7. Domino KB, Posner KL, Kaplan RA et al. Anesthesiology 1999; 90: 1053.
8. Lorenzo Velázquez, Terapéutica con sus fundamentos de Farmacología experimental, Madrid 2000.)
9. [www.anestesiavirtual/inhalatoria.com/htm](http://www.anestesiavirtual/inhalatoria.com/htm)
10. Cortínez L, Muñoz H. Monitorización de la profundidad anestésica. Revista Chilena de Anestesiología Vol. 31, Diciembre de 2002, N° 3
11. Carrillo-Esper R y cols. Despertar transoperatorio y análisis biespectral. Revista Mexicana de Anestesiología. Volumen 30, No. 2, abril-junio 2007.
12. Miller RD. Anestesia, Capítulo 33. Monitorización de la Profundidad de la Anestesia. Harcourt Brace Publishers International, Madrid, España, Cuarta Edición; p. 1099 – 1130, 1998.
13. Payne JP: Awareness and its medicolegal implications, Br J Anaesth 73: 38 – 45, 1994.
14. Despertar y recordación de eventos en pacientes bajo anestesia general (awareness) Cesar Guillermo Lora Quintana, José Ricardo Navarro Vargas
15. Duke. Secretos de la anestesia 2002 Mc GrawHill 179 – 182

16. Lopez O y cols. Exploración del Valor de BIS en pacientes manejadas con técnica anestésica combinada, sometidas a cirugía abdominal Revista Mexicana de Anestesiología. Vol 26, No.3. Julio-Septiembre 2003.
17. Diakun TA. Awareness and recall during anesthesia. [www.blumoon.net/~tdiakun/anes/bgh/aware.html](http://www.blumoon.net/~tdiakun/anes/bgh/aware.html); 1999
18. Doyle J et al: Intraoperative Awareness: A Continuing Clinical Problem. The Online Journal of Anesthesiology 3 (6), 1996.
19. Domino KB, Posner KI, Caplan RA, Cheney FW: Awareness during anaesthesia: A closed claims analysis. Anesthesiology 1999; 90: 1053-61.
20. Sandin RH, Enlund G, Samuelsson P, et al, Awareness during anesthesia: A prospective case study. Lancet 2000; 355 (9205): 707-11.
21. Doyle J et al: Intraoperative Awareness: A Continuing Clinical Problem. The Online Journal of Anesthesiology 3 (6), 1996.
22. González-Flores ML et al. Memoria explícita e implícita en anestesia general. Rev Med Hosp Gen Mex 2000; 63 (4): 241-246
23. Muñoz-Cuevas JH. Conciencia-memoria-despertar transoperatorio. Revista Mexicana de Anestesiología. Vol 26, No.3. Julio-Septiembre 2003.
24. Moerman N, Bonke B, Oosting J. Awareness and recall during general anesthesia. Facts and feelings. Anesthesiology 1993; 79: 454-464.
25. Revista cubana de Anestesia y Reanimación 2005 4 (3) 107 – 121
26. Manual de anestesia clínica cuarta edición 2002 Barash, Cullen, Stoelting McGrawHill 367, 368
27. Manual de referencia del monitor CSM X06
28. Practice Advisory for Intraoperative Awareness and Brain Function Monitoring. Aprobado por la Cámara de Delegados de la ASA, octubre de 2005. Disponible en: [www.ASAhq.org](http://www.ASAhq.org).

## ANEXOS

### Anexo 1

#### FORMULARIO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

		HOSPITAL DOCENTE JOSÉ CARRASCO ARTEAGA UNIVERSIDAD DE CUENCA POSTGRADO DE ANESTESIOLOGÍA FORMULARIO DE RECOLECCIÓN DE DATOS MEDICIÓN DE LA PROFUNDIDAD ANESTÉSICA Y MEMORIA DURANTE ANESTESIA GENERAL MEDIANTE EL CEREBRAL STATE MONITOR (CSM X06)			
Nombre	Historia clínica		Ocupación	Fecha	
Edad	Peso		Genero	Estado civil	
Escolaridad	Diagnostico		Cirugía proyectada	Intubación oral Intubación nasal	
Inductor intravenoso dosis	Inductor inhalatorio %		Relajante muscular dosis	Laringoscopia (Cormack)	
Tipo de opioide Fentanyl Remifentanyl	Signos de anestesia superficial		Lagrimo Sudoración Movimientos Taquicardia Hipertensión	Duración de la anestesia	
Profundidad anestésica (CSM X06)	Inducción 1 MIN 2 MIN 3 MIN 4 MIN 5 MIN	Transanestésico 10 min 20 min 30 min 40 min 50 min 60 min 70 min 80 min 90 min	Pasó a la recuperación: Completamente despierto y capaz de contestar. Responde o se despierta al ser llamado. No responde		
Memoria postoperatoria ¿Recuerda o escucho algo durante la operación? ¿Tuvo algún sueño (agradable- desagradable) mientras duro la operación? Si No ¿Qué recuerda, escucho o soñó?).		En la recuperación a los 15 min	Dos horas después	Seis horas después	

## Anexo 2

### CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA INTERVENCIÓN ANESTÉSICA

En la ciudad de Cuenca a los.....días del mes de..... del año.....; Yo.....estoy de acuerdo (que reciba) en recibir el siguiente procedimiento anestésico:.....

Para que se realice la operación, examen o procedimiento especial, de carácter: Planificado.....Emergente.....denominado....., y:

1. Por la presente autorizo al médico Anestesiólogo Doctor..... y médico residente de anestesiología (solo bajo la tutoría del médico anestesiólogo tratante) a administrar en mi persona, los anestésicos que se consideren necesarios.
2. Acepto que para la operación mencionada, el anestesiólogo me ha realizado una valoración clínica, indicado el periodo de ayuno y ha solicitado los exámenes necesarios en medida de las circunstancias (operación planificada o emergencia), para que reciba el procedimiento anestésico inicialmente descrito.
3. Se me ha informado que, previo al ingreso al quirófano se me administrará de ser necesario, un medicamento que me tranquilizará.
4. El anestesiólogo me ha explicado en qué consiste y como se realizará el procedimiento anestésico inicialmente descrito, además ha contestado mis preguntas y he comprendido todas sus respuestas.
5. Reconozco que siempre hay riesgos para la vida y la salud asociados con la anestesia, y tales riesgos me han sido explicados por el anestesiólogo y se me ha informado que, se tomarán todas las precauciones para evitarlos.
6. Acepto los cambios del procedimiento anestésico (anestesia local, general) que el anestesiólogo considere indispensables para asistirme durante la operación antes mencionada.
7. Autorizo y comprendo que el Anestesiólogo que me asistirá durante la operación antes mencionada, pueda no ser el mismo que está realizando esta valoración pre anestésica, por razones que me han sido explicadas.
8. Mientras dure el acto operatorio y anestésico, el anestesiólogo me cuidará sin abandonarme, y estará adecuadamente vigilado de mis signos vitales con medios no invasivos, e invasivos si fuesen necesarios, y que me han sido debidamente explicados en qué consisten.
9. Acepto se me transfunda productos sanguíneos o hemoderivados, si se consideran estrictamente necesarios, para salvaguardar mi vida o evitar un agravamiento de mi estado de salud.
10. Cuando termine la operación antes mencionada, recibiré control y manejo postoperatorio inmediato de los signos vitales y del dolor, en un sitio adecuado, hasta que esté totalmente recuperado.
11. SI..... NO..... Autorizo que se fotografíe o filme mi cuerpo durante la operación mencionada, para utilizarlo con fines médicos, científicos o pedagógicos, siempre que mi identidad no sea revelada.
12. Acepto que se me entregue una copia idéntica de este documento, el mismo que deberá incluirse en mi historial clínico.
13. Acepto el reglamento interno del Departamento de Anestesiología y me someto en todos sus puntos debidamente explicados y comprendidos.
14. Certifico que he leído y/o me han leído, y que comprendo lo anterior, que además todos los espacios en blanco han sido completados antes de mi firma y me encuentro en capacidad de expresar mi libre voluntad.

.....

Firma de paciente

.....

Firma de Testigo

.....

Firma de Testigo

15. Certifico que, he explicado la naturaleza, propósitos, ventajas, riesgos y alternativas de la propuesta anestesia, y he contestado todas las preguntas. Considero que el (la) paciente o tutor legal comprende totalmente lo que he explicado.

.....

Fecha

.....

Firma del Anestesiólogo que realizó la valoración pre anestésica

### Anexo 3

## CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA MEDICIÓN DE LA PROFUNDIDAD ANESTÉSICA Y MEMORIA DURANTE ANESTESIA GENERAL MEDIANTE EL CEREBRAL STATE MONITOR (CSM X06)

En la ciudad de Cuenca a los.....días del mes de..... del año.....

Yo.....estoy de acuerdo en recibir anestesia general para el siguiente procedimiento quirúrgico:.....y de permitir que en mi persona se realice la medición de la profundidad anestésica y memoria durante anestesia general mediante el cerebral state monitor (CSM X06), para lo cual he recibido la correcta explicación de que para este motivo se realizara la colocación de tres electrodos a nivel de la frente y en la parte posterior de mi oreja, los cuales tienen las mismas características que los empleados en la monitorización estándar para anestesia general.

Me ha sido explicado que este procedimiento no tiene ningún riesgo adicional para mi persona. Además se me ha manifestado que este procedimiento es ventajoso para el acto anestésico debido a que con esta monitorización el médico anestesiólogo puede realizar los correctivos necesarios durante la anestesia para evitar que existan recuerdos durante el acto quirúrgico.

Se me ha informado que esta monitorización no tendrá ningún costo adicional para mi persona en los procedimientos anestésico y quirúrgico.

Por todo lo anteriormente explicado (SI) (NO) acepto de forma voluntaria y libre de presiones de ninguna especie participar en esta investigación para realizar la medición de la profundidad anestésica y memoria durante anestesia general mediante el cerebral state monitor (CSM X06).

Por la presente autorizo al médico residente de anestesiología

Doctor(a)..... (Solo bajo la tutoría del médico anestesiólogo tratante) para administrar en mi persona, los anestésicos que se consideren necesarios para realizar el estudio anteriormente explicado.

(SI) (NO) Autorizo que se fotografíe o filme mi cuerpo durante la operación mencionada, para utilizarlo con fines médicos, científicos o pedagógicos, siempre que mi identidad no sea revelada.

Acepto que se me entregue una copia idéntica de este documento, el mismo que deberá incluirse en mi historial clínico.

Acepto el reglamento interno del Departamento de Anestesiología y me someto en todos sus puntos debidamente explicados y comprendidos.

Certifico que he leído y/o me han leído, y que comprendo lo anterior, que además todos los espacios en blanco han sido completados antes de mi firma y me encuentro en capacidad de expresar mi libre voluntad.

.....  
Firma de paciente

.....  
Firma de Testigo

.....  
Firma de Testigo

Certifico que, he explicado la naturaleza y propósitos de este estudio y he contestado todas las preguntas que el paciente y /o sus acompañantes tuvieron sobre el mismo. Considero que el (la) paciente o tutor legal comprende totalmente lo que he explicado.

.....  
Fecha

.....  
Firma del Anestesiólogo que realizó la valoración pre anestésica

## Anexo 4

### INFORMACIÓN ADICIONAL

#### MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

<b>Variable</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>	<b>Escala</b>
Edad	Tiempo	Años cumplidos	Numérica
Sexo	Femenino Masculino	Fenotipo	Categórica
Instrucción	Analfabeto Primaria Secundaria Superior	Registro de HCI	Categórica
Ocupación	Empleado Profesional independiente Obrero Amas de casa	Registro	Categórica
IMC	Peso	Kilogramos	Bajo peso < 19,9 Normal 20 a 24,9 Sobrepeso 25 a 29,9 Obesidad >29,9
	Talla	Metros	
Procedimiento quirúrgico		Registro	Categórica
Tiempo anestésico		Minutos	Valores absolutos
Índice CSM		Registro	Valores absolutos
Nivel de anestesia	Superficial	Lagrimo Sudoración Movimientos Taquicardia Hipertensión	Categórica
	Adecuado	Abolición de respuesta simpática	Categórica
Memoria	Recuerda No recuerda	Test de memoria	Categórica